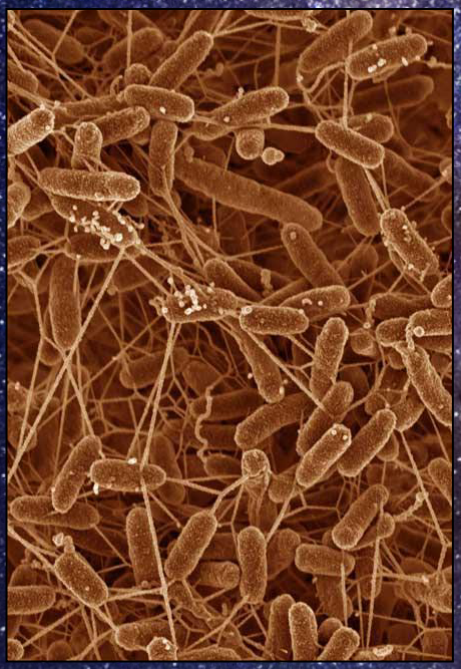
CAPSULA ESPACIAL

Revista digital de astronáutica y espacio
Nº 32- 2019



Búsqueda de Vida en el Universo

Estimados lectores

Presentándoles aquí un nuevo número de *Capsula Espacial* en el que trataremos ideas que conciernen respecto de la búsqueda de vida en el Universo, ¿Es posible que haya vida extraterrestre en un Universo tan inmenso como el que tenemos?, ¿Habrá mucha?, ¿poca?, ¿ninguna?, ¿será similar a la nuestra? (teniendo en cuenta que en nuestro planeta hay miles de especies de formas dispares y de distintos ambientes habitables), ¿o seremos únicos en el Universo? ¿Habrá civilizaciones con altísimas tecnologías que nos dejan de lado en un contacto por ser tan retrasados tecnológicamente o serán de una vida primigenia, como fuimos nosotros hace millones de años, incapaces de poder comunicarse? ¿Y si existieran, vendrían en naves espaciales o en cuerpos celestes como los cometas?, ¿con que intenciones vendrían a la Tierra?

Cuántas preguntas y qué pocas respuestas, aquí encontraremos ideas a posibles respuestas, primero echaremos un vistazo a los seres vivos denominados extremófilos que tenemos en nuestro planeta para poder sacar alguna conclusión, pasaremos por cometas y meteoritos con restos fósiles de vida microbiana, así como también estudios en el Sistema Solar con naves interplanetarias y luego veremos varias hipótesis al respecto de cómo podrían llegar a ser seres avanzados del espacio exterior, una consigna apasionante, llena de incógnitas, teniendo en cuenta las rarezas de la naturaleza y los estudios que se hacen en los planetas del Sistema Solar para encontrarla, bienvenidos a un viaje de investigación que va desde los abismos oceánicos, hasta las mismísimas galaxias.

Aclaración: **Todo lo expuesto en la siguiente publicación queda al libre albedrío del lector, prestándose al debate con este apasionante tema en el que nada esta dicho sobre la vida extraterrestre, porque todas las teorías son falibles.**

Muchas gracias.

Biagi, Juan

Contacto

https://capsula-espacial.blogspot.com

https://www.instagram.com/capsula_espacial/

r.capsula.espacial@gmail.com

Portada La Vía Láctea, nuestra galaxia, posee alrededor de 200000 millones de estrellas.

Contenido

Vida, Tierra, nuestra casa

Extremófilos

- **Halófilos**
- **Metalógenos**
- **Litotrofos**
- **Acidófilos**
- **Radiófilos**
- **Psicrófilos**
- **Termófilos**
- **Xerófilos**
- **Barófilos**
- **Criptoendolitos**
- **Metalotolerantes**
- **Tardígrados**

Bacterias en Surveyor-3

Biomódulos en satélites

Programa Biosatéllite

Programa Bión-Kosmos

Lanzamientos Bión-Kosmos

Nanosatélite Biológico O-OREOS

Biomódulo LIFE

Seres vivos en polos y desiertos terrestres

Seres vivos en las fosas oceánicas

Agua en el Sistema Solar

Mercurio

Luna

Luna-24

Apollo

Clementine

Lunar Prospector

Chandrayaan-1

LRO-LCROSS

Marte

Viking-1/Viking-2

Mars Global Surveyor

Mars Odyssey

Mars Reconaissance Orbiter (MRO)

Mars Phoenix Lander

Lunas de Júpiter

Europa

Calisto

Lunas de Saturno

Titán

Encelado

<u>Agua, hielo y componentes básicos de la vida en cometas y meteoritos</u>

Shoemaker/Levy-9

103P/ Hartley-2

Tempel-1 (Deep Impact)

1P/Halley (Armada Halley)

67P/Chyurumov - Gerasimenko (Rosetta)

Meteoritos

Murchison

Allende

Meteoritos provenientes de Marte

Tissint (NWA 7034)

Zagami

Shergotty

Gobernador Vadalares

Nakhla

EETA 79001

Allan Hills (ALH 84001)

Agua en el Universo

Agua en Nebulosa de Orión

Planetas extrasolares

Nubes de polvo

Panspermia

Panspermia dirigida

Ecuación de Drake

Especulaciones sobre la evolución de la Ecuación de Drake

Civilizaciones extraterrestres, como podrían ser?

Morfología probable de extraterrestres

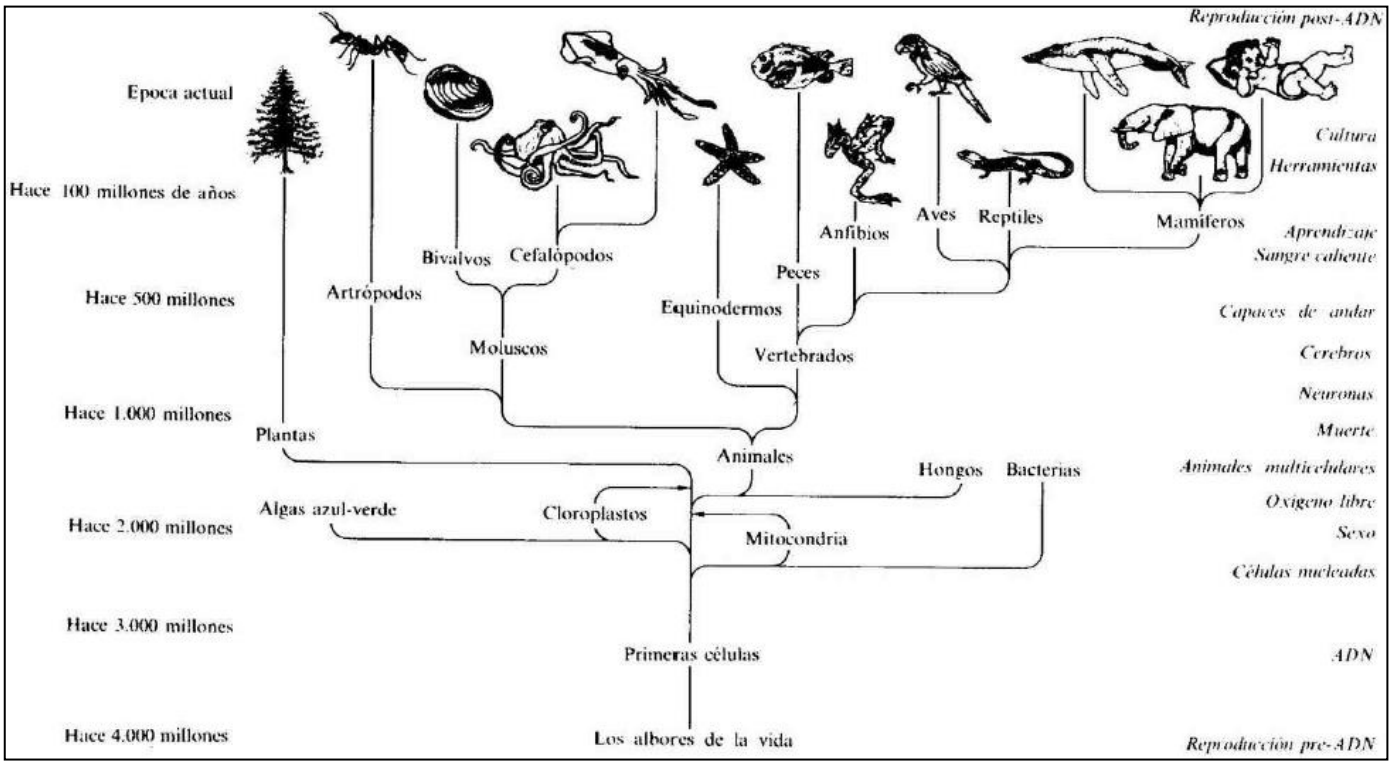
Visitas

Extraterrestres según SETI

Reflexiones

Vida, Tierra, nuestro hogar

La vida se abre paso en todos los ambientes posibles e inhóspitos, ya sean congelados como los polos, en grandes cavernas de Km de profundidad, ambientes salinos, zonas montañosas (donde para el ser humano ya es complicado proveerse del Oxígeno necesario) océanos, zonas muy calientes como desiertos, lugares radiactivos, y conviven y han convivido miles de clases de seres vivos que van desde virus, bacterias, insectos, grandes dinosaurios (dueños de nuestro planeta durante millones de años) mamíferos, peces, el ser humano y una amplia variedad de flora que va desde la forma más simple hasta la más compleja, la vida es muy rebosante en un pequeño lugar que, visto desde zonas muy lejanas es un simple punto al que nosotros le dimos por nombre Tierra, veamos algunos de los ejemplos de vida de los más extremos y exploremos el Universo en búsqueda de lo más preciado que tiene nuestro planeta y escasea en otros lugares.

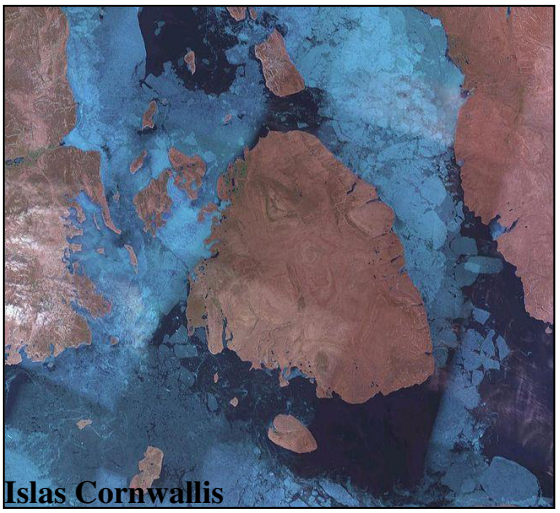


Seres vivos en los polos y desiertos terrestres

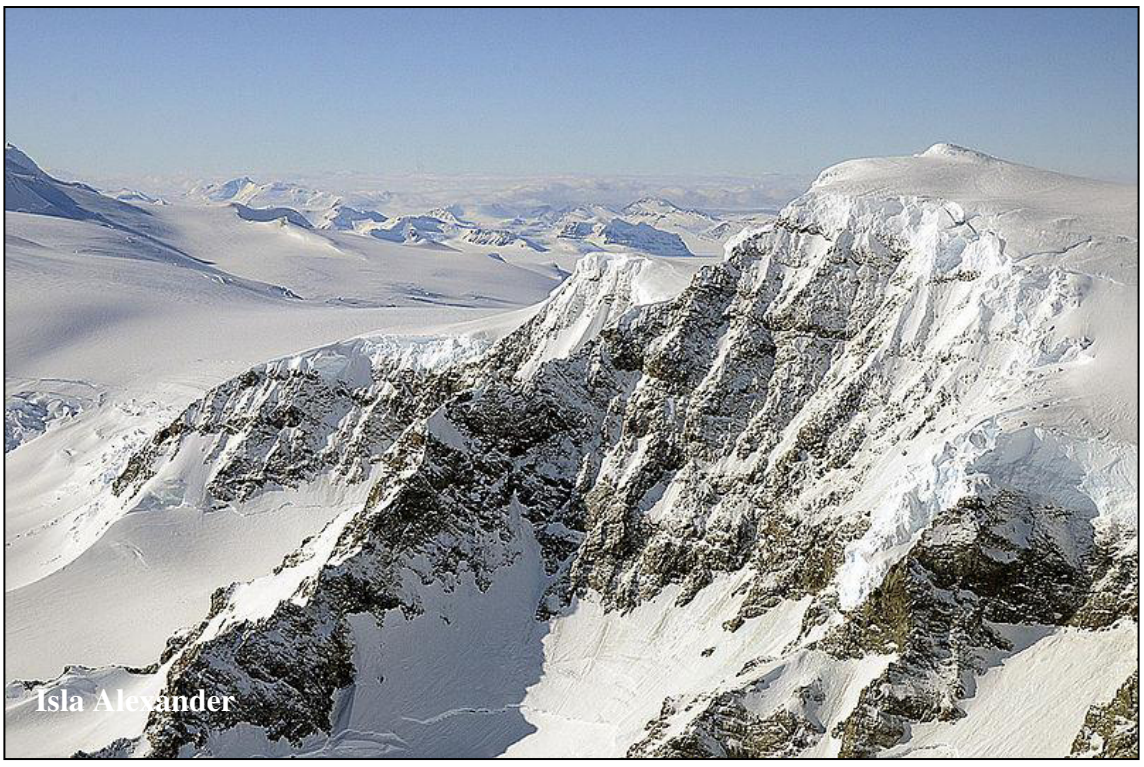
En las regiones más hostiles y extremas del Ártico y de la Antártida han sido descubiertas grandes colonias de microorganismos que viven debajo de las rocas, lo que proporciona una nueva visión sobre la supervivencia de la vida en otros planetas, en un informe se revelaron sorprendentes hallazgos de que microorganismos que habitan en las rocas pueden realizar la fotosíntesis y almacenar carbono de la misma forma en que lo hace la mayoría de las plantas, líquenes y musgos que viven sobre el suelo.

Aunque es común encontrar microorganismos que prosperan debajo del cuarzo y de otras rocas traslúcidas en los desiertos calientes porque a través de ellas pasa luz suficiente, no se creía capaz este tipo de colonización en las regiones polares, donde la mayor parte de las rocas es opaca.

Al mismo tiempo, la radiación UV dura y vientos violentos crean un ambiente hostil, lo que sucede es las rocas opacas protegen a los microorganismos y el movimiento de las mismas que ocurre durante el congelamiento/descongelamiento anual permite la formación de resquebrajaduras y la penetración de la luz; las muestras de roca provienen de las Islas Cornwallis y Devon en el Alto Ártico Canadiense y la Isla Alexander en la península antártica.

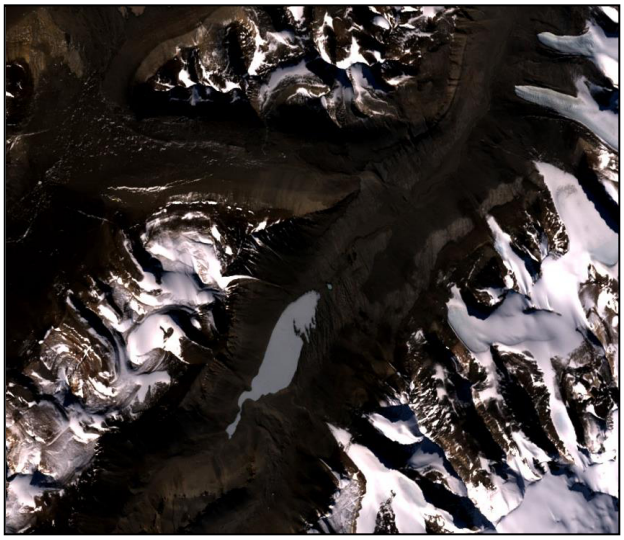


Islas Cornwallis



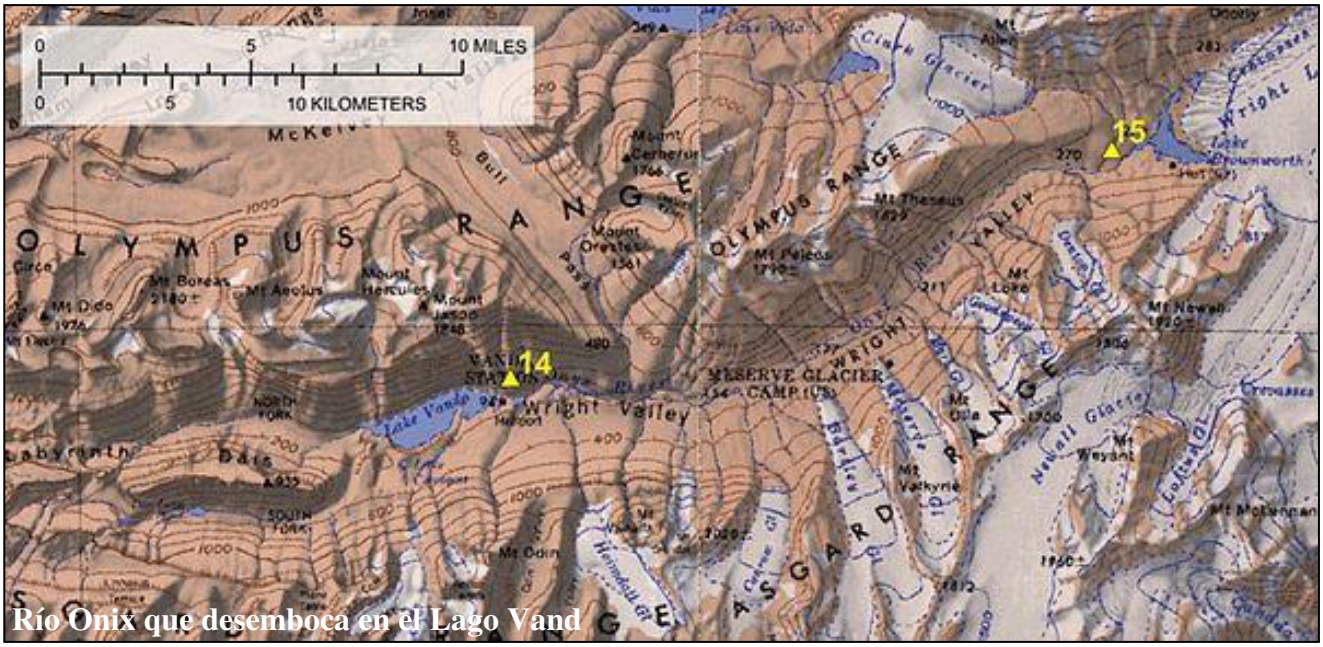
Isla Alexander

La imagen global de Marte es comparada a veces con las regiones secas antárticas de la Tierra, aunque es más frío, la atmósfera marciana actual es 99% más delgada que la de la Tierra; el promedio de su temperatura superficial es de -53 ºC, pero varía entre -128 ºC durante la noche polar hasta los 27 ºC al mediodía cerca del ecuador; se ha apuntado hacia los valles secos antárticos, en particular al Lago Vanda (fotos) y al Río Onyx (que desemboca en dicho lago) como guías útiles para la búsqueda de análogos marcianos, es la región más grande, libre de hielo en la Antártida, y la temperatura promedio es de -20 ºC.



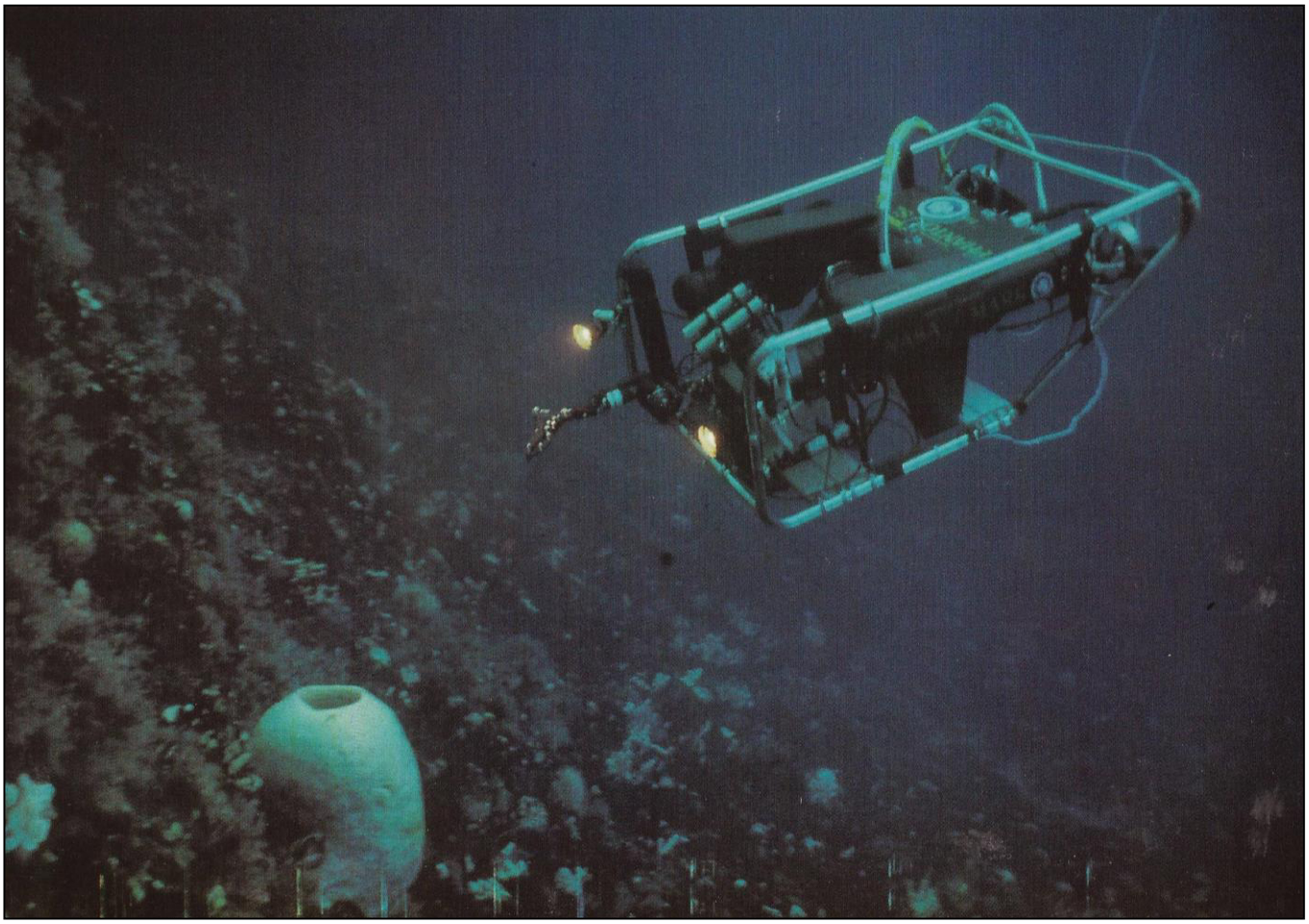
Las temperaturas de verano son mayores, la precipitación es equivalente a 10/20 mm por año, las presiones están muy por encima del punto triple del agua (*[4]), cuando la presión atmosférica es demasiado baja, como sucede en la superficie marciana de hoy, el agua no puede existir en forma líquida, sin importar la temperatura).

Lo que es interesante sobre este ambiente, es que es tan seco que está muerto, no hay nada que crezca en la superficie del suelo, la precipitación es demasiado escasa, y es evaporada rápidamente por el viento, es uno de los lugares más desprovistos de vida de la Tierra, pero en el agua del Lago Vanda, debajo del hielo, hay espesas alfombras de algas y de bacterias. Así que en este ambiente de tipo marciano, donde las temperaturas promedio son de -20ºC, existe aún un ciclo hidrológico basado en el deshielo y acumulación de la nieve y de los glaciares en lagos cubiertos de hielo.



Río Onix que desemboca en el Lago Vand

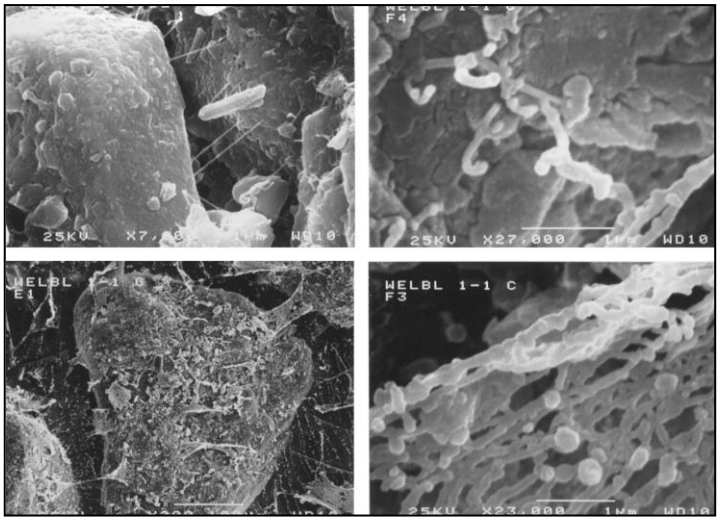
La Antártida es también un tema de estudio para los científicos del Jet Populsion Laboratory (JPL) en este tipo de medioambiente parecido a Marte o a Europa de Júpiter, se han probado algunos de los conceptos de vehículos para estudios planetarios.

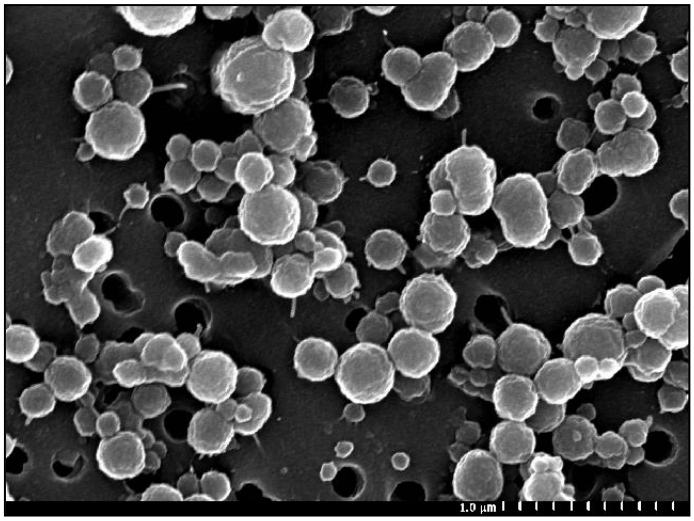


En uno de los lagos (Lago Vida) de la Antártida, a aproximadamente 20 m debajo de la superficie de hielo, los científicos de la NASA han descubierto una comunidad de bacterias (extremófilos), el descubrimiento de que exista vida en una de las partes más oscuras de la Tierra, los hábitats más salados y más fríos es importante porque ayuda a aumentar el conocimiento limitado de cómo la vida puede sostenerse a sí mismo en estos ambientes extremos en nuestro propio planeta y en el espacio exterior.

El Lago Vida, el mayor de los lagos que se encuentran en los Valles Secos de Mc Murdo, no contiene Oxígeno, se congela y posee los más altos niveles de óxido nitroso de cualquier cuerpo de agua natural en la Tierra, un líquido salobre, que es aproximadamente seis veces más salado que el agua de mar, se filtra a través del ambiente helado donde la temperatura media es de -8 ºC, el conocimiento de los procesos geoquímicos y microbianos en ambientes sin luz y helados, especialmente a temperaturas bajo cero, ha sido en su mayoría desconocidos hasta ahora.

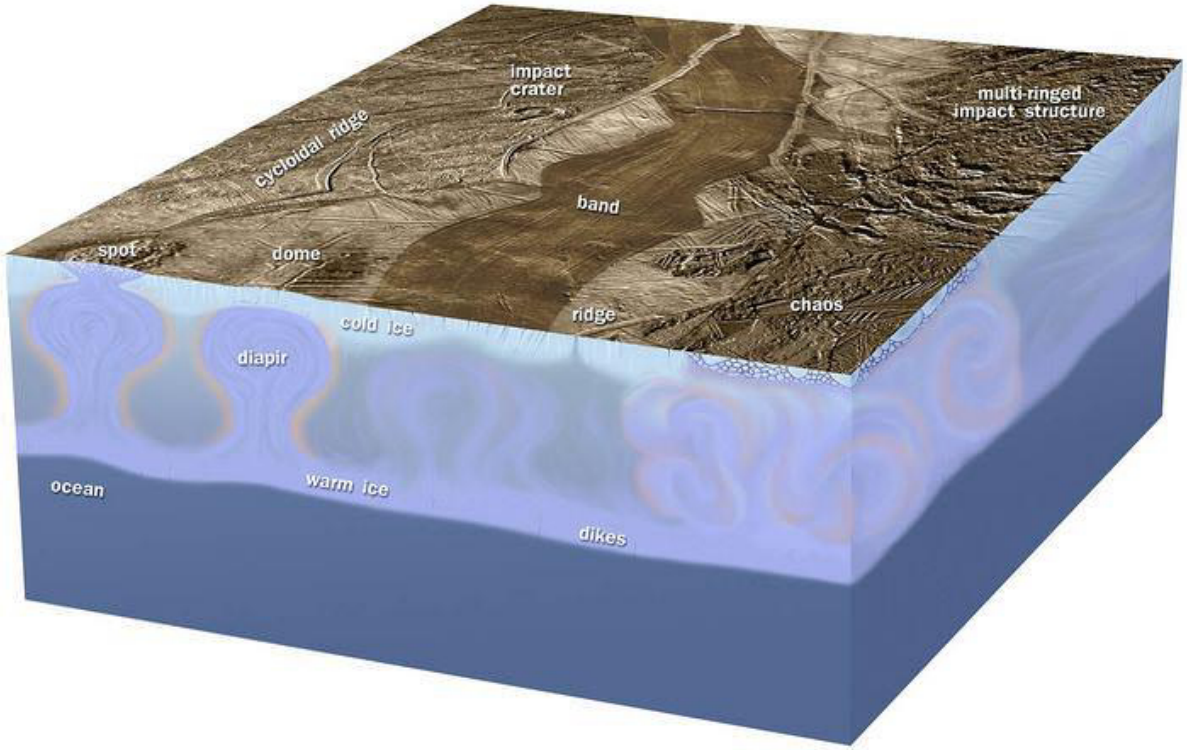
Este trabajo amplía el entendimiento de tipos de vida que pueden sobrevivir en estos crioecosistemas aislados, y cómo la vida utiliza diferentes estrategias para existir en ambientes tan difíciles, a pesar de la muy fría, naturaleza oscura y aislada del hábitat, el lago contiene una gran variedad de bacterias que sobreviven sin una fuente de energía como la del Sol, estudios previos indican que estas bacterias se han aislado de las influencias externas durante más de 3000 años.



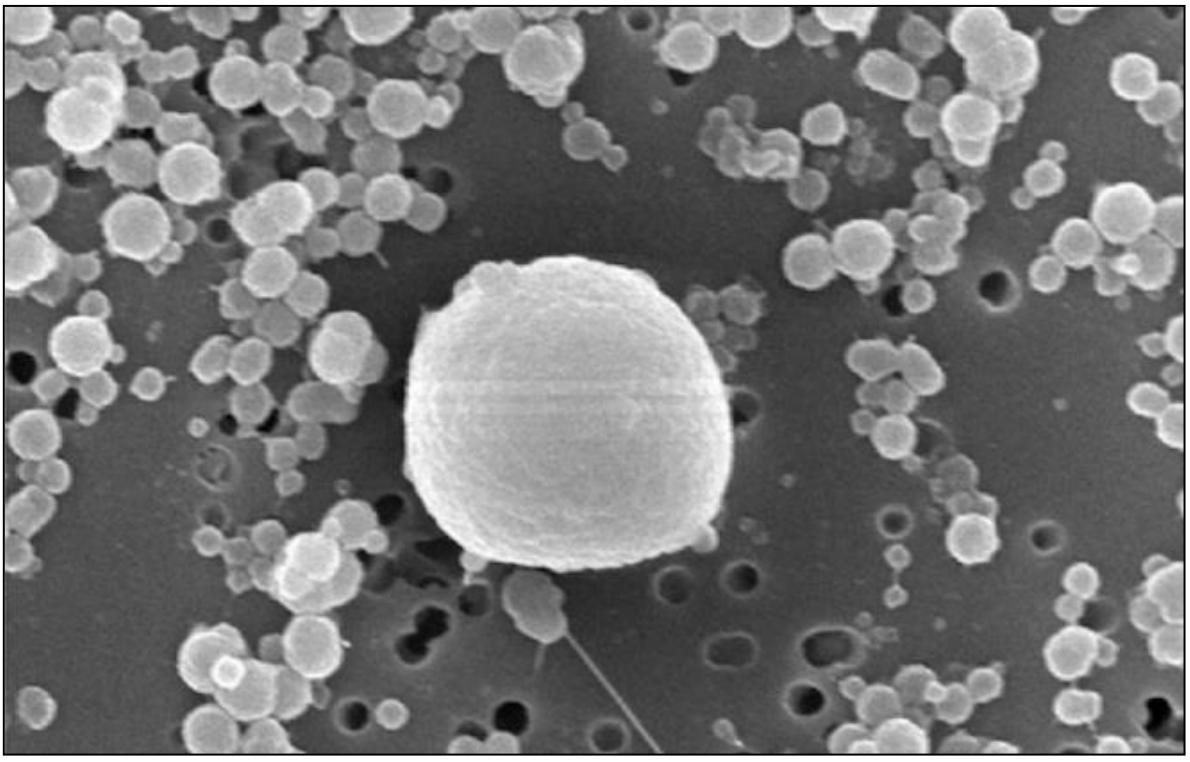


Bacterias encontradas en el Lago Vida

Este criosistema es, probablemente, la mejor analogía que hay para los ecosistemas posibles en las aguas debajo de la superficie de la luna Encelado de Saturno y Europa de Júpiter.

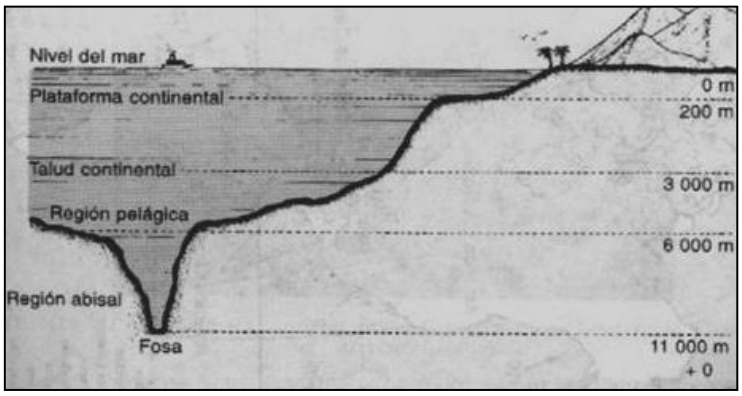


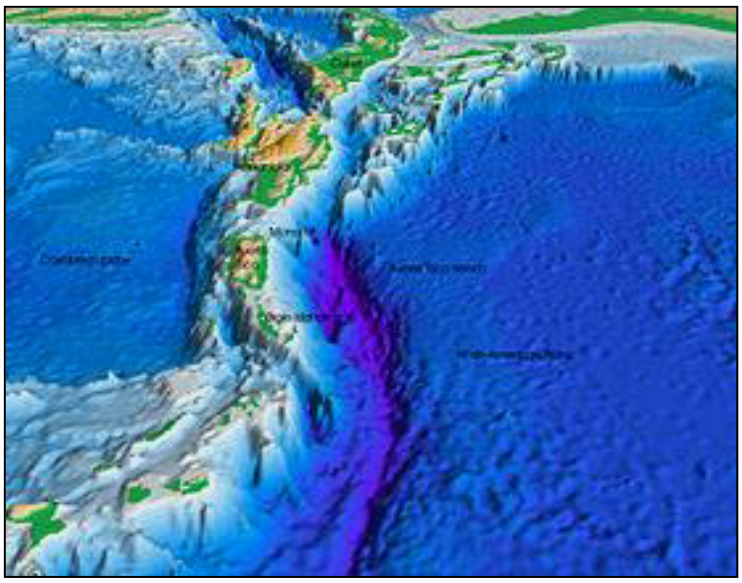
Análisis geoquímicos sugieren reacciones químicas entre la salmuera del lago y los sedimentos subyacentes ricos en hierro que generan el óxido nitroso y el Hidrógeno molecular, este último, puede proporcionar la energía necesaria para la vida microbiana; los resultados de los estudios ayudar a explicar la posibilidad de vida en otros ambientes salinos y criogénicos fuera de la Tierra, como los supuestos acuíferos del subsuelo de Marte.

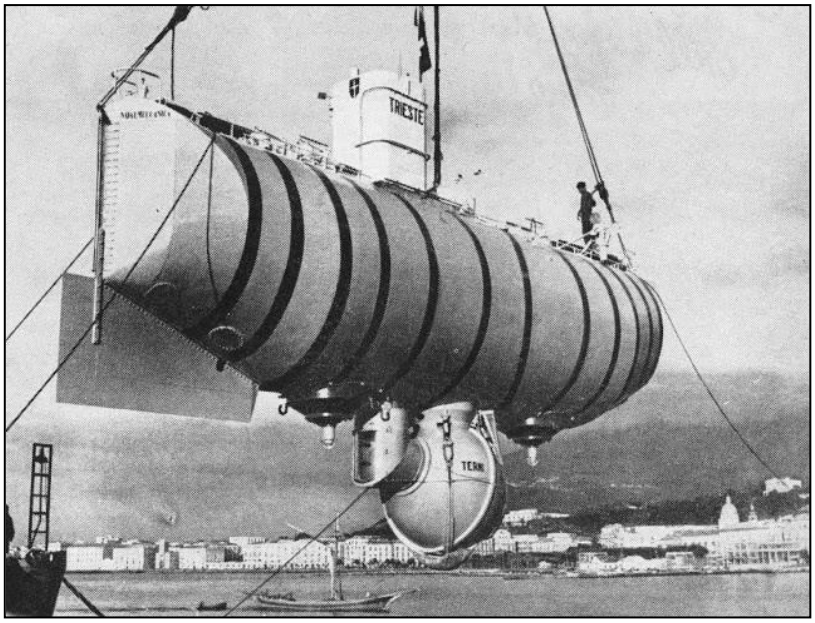


Seres vivos en las fosas oceánicas

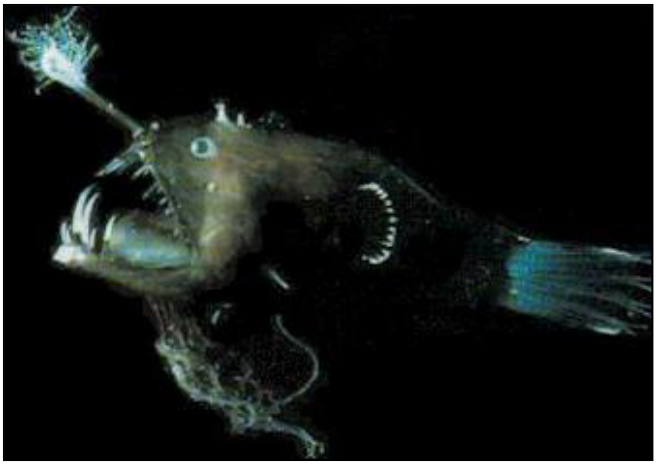
Las fosas oceánicas son regiones deprimidas y alargadas del fondo submarino donde aumenta la profundidad del océano, es una forma de relieve oceánico que puede llegar hasta los 11 Km de profundidad, la temperatura del agua en las fosas oceánicas suele ser muy baja, normalmente entre 0º y -3°C, fueron estudiadas por una diversidad de submarinos y batiscafos, en 1977 el batiscafo Trieste-I llegó por primera vez al lugar denominado "Sima Challenger" en la Fosa de las Marianas con 11022 m de profundidad.

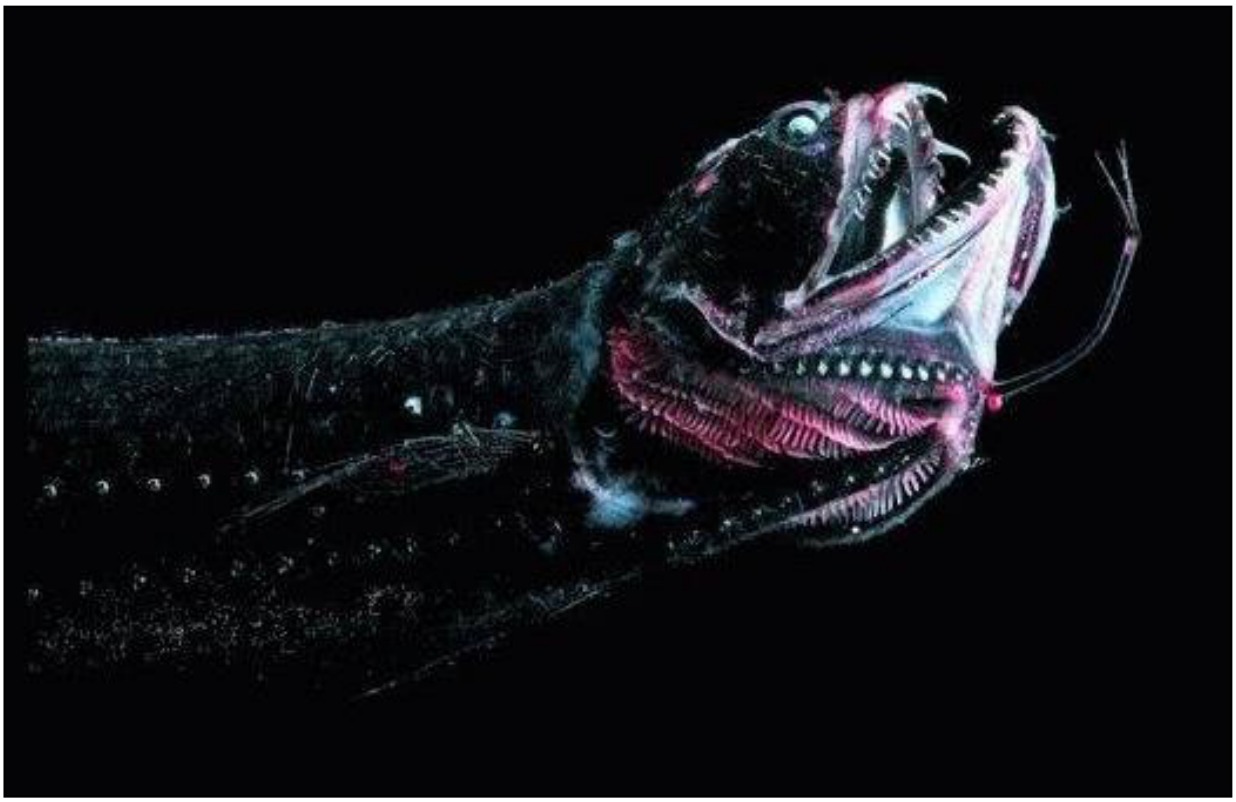






Aunque no lo parezca, en las fosas oceánicas existe vida, moluscos, medusas, pulpos y ciertos peces que están a partir de una zona menos profunda denominada llanura abisal (entre 3000 y 6000 m de profundidad) lugares donde no llega absolutamente nada de luz, del cual estos animales tienen apariencia monstruosa, en muchos casos, estos son generalmente carnívoros ya que no crece algún tipo de vegetación en esas profundidades, seres vivos dignos de una película de ciencia ficción.





A partir de 1977, los científicos pudieron comprobar la existencia de estas criaturas a profundidades de más de 2500 m; para superar la gran presión, la mayoría de los peces abisales tienen sus huesos bajos en Calcio y poco desarrollados debido a la oscuridad que oscila, además tienen el cuerpo lleno de agua y por eso los líquidos son casi incompresibles y, por lo tanto, los peces pueden aguantar el peso de la columna de agua simplemente manteniendo igualadas las presiones externa e interna.

La gran mayoría de estos peces poseen una característica muy peculiar, son ciegos, tienen ojos pero no pueden ver y puede que la oscuridad sea un factor, la única forma que ellos pueden percibir las cosas es a través del olfato.

En algunos lugares, las aguas de estos fondos abisales son calentadas por chimeneas o fuentes hidrotermales que se abren en el fondo marino y por lo general, a estas profundidades la temperatura oscila entre 0 °C y -3 °C dependiendo de la profundidad y zona.

No se conoce actualmente cuántas especies habitan estos fondos marinos, pero aquellas que han sido avistadas tienen formas muy diferentes en relación a los estándares de peces de lugares más superficiales, estos tipos de peces tienden al gigantismo debido a las condiciones extremas en las que viven, crecen muy lentamente, por lo tanto, su metabolismo es también muy lento y viven muchos años.

Para salvar la falta de alimento, presentan cambios evolutivos como grandes bocas, estómagos deformables, órganos bioluminiscentes, dientes desproporcionados, ya que su próxima comida no sabe cuando podrá ser, bien se pueden denominar a estos peces y seres vivos de las profundidades oceánicas extremófilos, al aguantar grandes presiones y distintos tipos de temperaturas que solo reinan en algunos planetas del Sistema Solar,

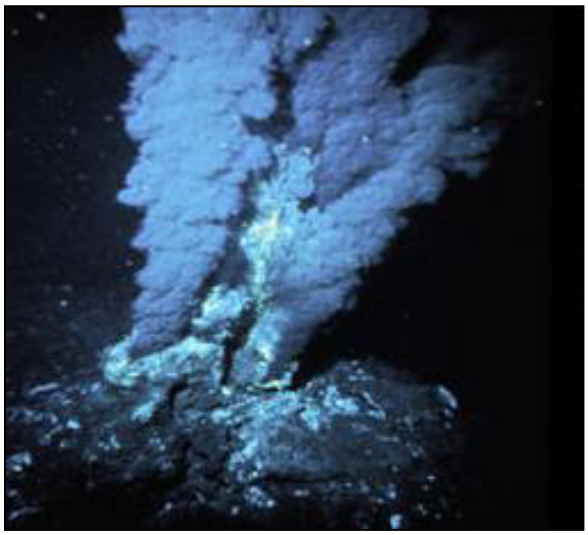
A partir de una profundidad de unos 500 m, reina la más absoluta oscuridad, además, con una temperatura hidrostática relativamente constante de 1/3 °C, no es precisamente cálido según criterios humanos y la presión del agua aumenta una atmósfera por cada 10 m de profundidad (1100 atm a 11 Km de profundidad), como comparación, la atmosfera de Venus tiene una presión de 90 atm en su superficie.

Los ecosistemas quimiosintéticos son los basados en energía química, en vez de en energía solar, los hay de tres tipos, fuentes hidrotermales, en las que la temperatura del agua puede llegar a los 400 ºC; las llamadas surgencias frías, de las que sale un fluido a baja temperatura y los esqueletos de ballena.

En los tres casos, las condiciones químicas, de temperatura y presión son extremas y los animales tienen que recurrir a bacterias simbiontes para obtener la energía que necesitan para vivir.

La fuente hidrotermal del Atlántico Sur esta a unos 3000 m de profundidad, los animales que viven en este tipo de ecosistemas o en el Océano Pacífico son seres como el gusano Riftia (no posee boca ni sistema digestivo, puede medir hasta 1 m y su interior es un saco lleno de bacterias que procesan los gases de las emanaciones, posee unas especies de branquias con que toma el Oxígeno, el dióxido de Carbono y el ácido sulfhídrico que salen por las fumarolas) también existen una serie de cangrejos y bivalvos que viven en el metano y el sulfuro siendo resistentes a las temperaturas y presiones reinantes en ese ambiente.

Fuentes hidrotermales



En una zona de vulcanismo, a más de 3000 m de profundidad en el Golfo de México, los científicos han encontrado comunidades de seres vivos y se ha descubierto un raro gusano en esqueletos de ballena llamado Osedax.

Los individuos macroscópicos son sólo hembras, ancladas en los huesos de ballena de los que se nutren, los machos son individuos microscópicos que viven dentro del tubo de las hembras, al igual que la fauna asociada a las fuentes hidrotermales y a las surgencias frías, la de los esqueletos de ballena depende de bacterias que descomponen la grasa de los huesos de los cetáceos después de que los carroñeros han acabado con la carne.

Se encontraron también, en las aguas más profundas nuevas especies de esponjas carnívoras y en el Atlántico Norte raras variedades de peces abisales, nuevos tipos de calamares y pepinos de mar, además en la zona del Ártico canadiense existen nuevas especies de calamares y pulpos.

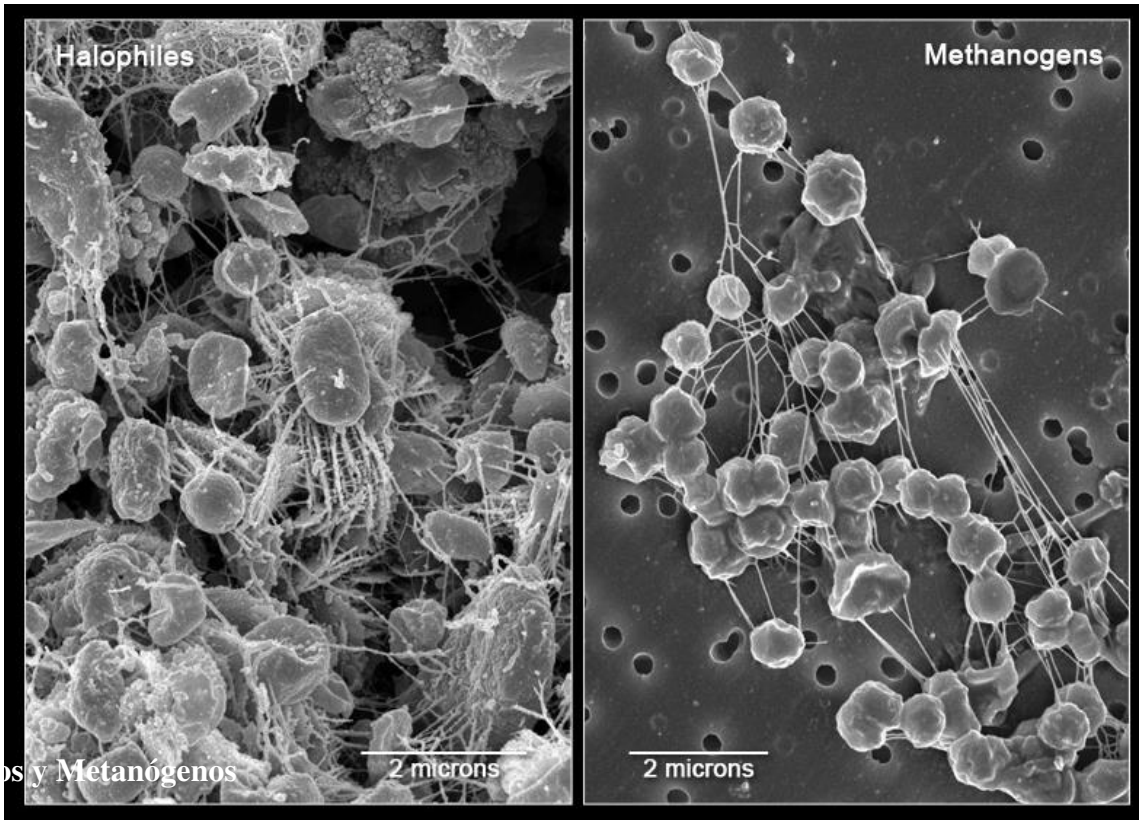
Extremófilos

Los extremófilos son seres, entre ellos algunas bacterias y arqueobacterias, que son capaces de vivir en entornos con características extremas, incluso en ambientes que la biología tradicional consideraba que en ellos era imposible la vida, se dividen en varias características.

Halófilos Capaces de vivir en aguas con altas concentraciones de sal (hasta diez veces mayor que la que se encuentra en el mar) (poseen además sistemas de reparación de su ADN que los protege de altos niveles de radiación) algunas de las especies del género Halobacterium tienen un color rojizo o púrpura por la bacteriorodopsina, una proteína sensible a la luz que proporciona la energía química que necesita la célula aprovechando la luz del Sol, la mayoría de las especies soportan elevadas dosis de rayos UV sin presentar problemas de supervivencia

Halófilos en cristales de sal

Lago Owen (USA)



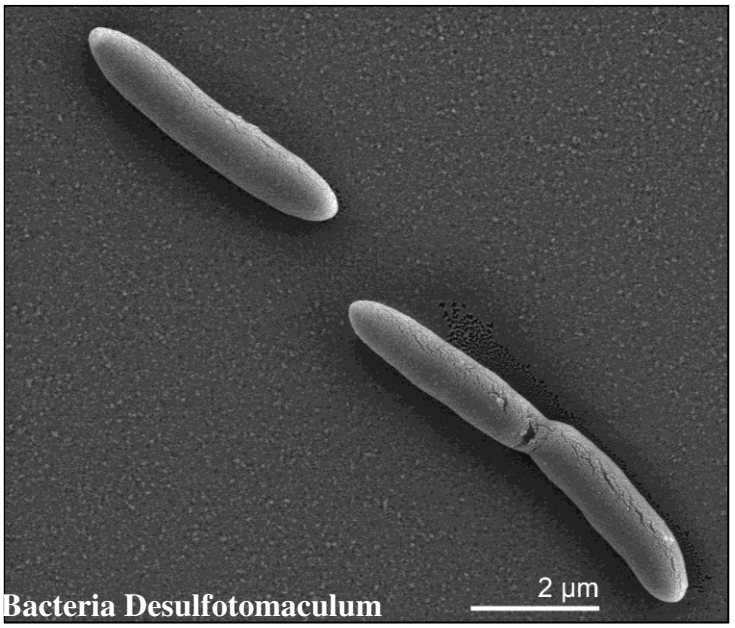
os y Metanógenos

Metanógenos Capaces de vivir a partir de compuestos simples como el Hidrógeno y CO_2, no necesitan Oxígeno para vivir (lo que los hace apropiados para ambientes como lo son otros lugares del Sistema Solar), proceden de lagos ubicados en la región del Ártico, además de que logran reproducirse, se agrupan para resistir las bajas temperaturas, algo detectado por primera vez entre los extremófilos; el planeta Marte comparte algunas características ambientales con regiones extremas de la Tierra como la Antártida, en él se han detectado lugares con altos niveles de sal (sulfatos), y también se ha informado recientemente de la presencia de metano en su atmósfera, una de las explicaciones que se ha propuesto para este último ha sido su posible producción por parte de hipotéticos metanógenos marcianos.

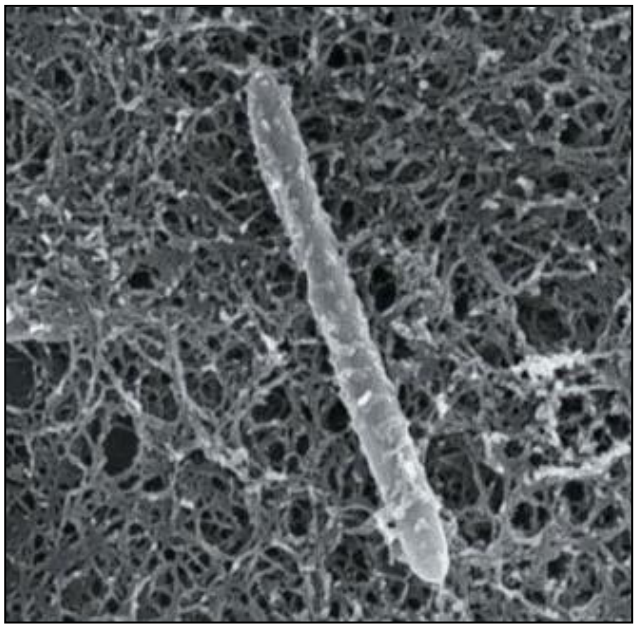
Litótrofos La idea de que hay bacterias que pueden vivir a grandes profundidades dentro de la tierra surgió hace casi un siglo cuando el geólogo Edson S. Bastin, se preguntó porqué el agua que se extraía de los campos petroleros contenía ácido sulfhídrico (H_2S) y bicarbonato, ya que él sabía que ciertas bacterias podían reducir el ión sulfato (SO_4) para producir energía en lugares donde no hay Oxígeno, concluyó que tales bacterias podían vivir dentro de la tierra, donde degradaban la materia orgánica presente en el petróleo, liberando bicarbonato y ácido sulfhídrico, en 1926, Bastin logra cultivar bacterias reductoras del sulfato, obtenidas a grandes profundidades en un campo petrolífero, sin embargo, después de estos avances iniciales hubo un largo receso en estas investigaciones que sólo se reanudaron hacia 1987, en 1995 se produce un importante avance con un estudio donde se planteó la posibilidad de que microorganismos litótrofos (devoradores de roca) estuvieran viviendo con base en una dieta de Hidrógeno y CO_2, estos microorganismos viven a profundidades de hasta 1.5 Km en un lugar al NO de los EE.UU., en comunidades al que se le denominó SLiME (Ecosistemas Microbianos Litotróficos del Subsuelo), el agua presente a grandes profundidades reacciona con las rocas basálticas (de orígen volcánico) produciendo gas hidrógeno (H_2), los microorganismos litótrofos hacen reaccionar este gas con el dióxido de carbono (CO_2) disuelto en el agua, esta reacción es la base de su metabolismo, liberando el gas metano (CH_4) como producto final (razón por la cual se les denomina también metanógenos).

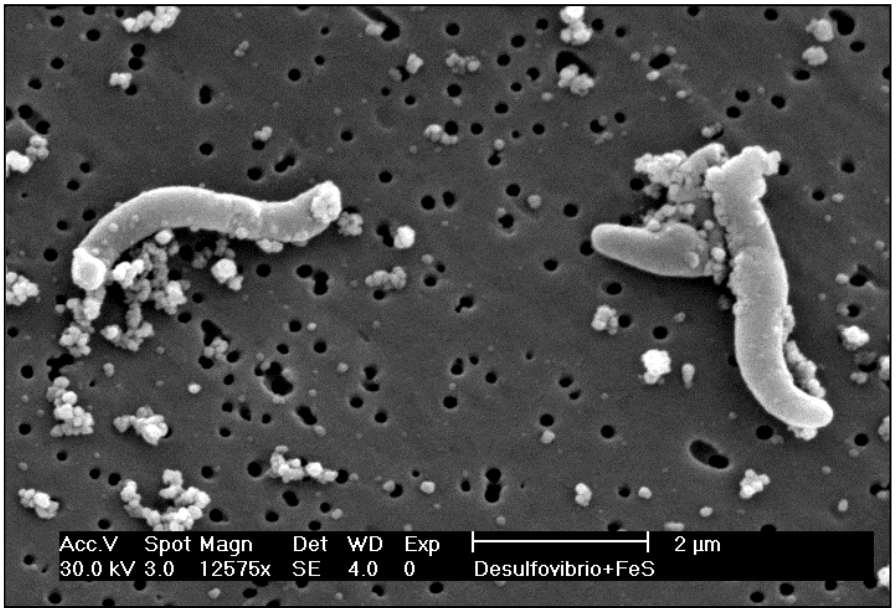
El descubrimiento de una comunidad bacteriana que vive a unos 3 Km de profundidad, en muestras de agua de una mina de oro de Sudáfrica llama la atención que se trata del primer grupo bacteriano que se ha demostrado que depende del Sulfuro y del Hidrógeno producidos por fenómenos geológicos, por lo que no depende en absoluto del Sol (fotosíntesis) para su supervivencia, la bacteria, de nombre Desulfotomaculum es un microorganismo anaerobio (no necesita de Oxígeno para su metabolismo), tiene aproximadamente 4 µm de longitud y se cree que ha sobrevivido por millones de años en las profundidades, utilizando para su metabolismo minerales de las rocas que le rodean, específicamente, las bacterias utilizan el Hidrógeno como fuente de energía para transformar el SO_4 en H_2S.

Se sabe que las bacterias han estado aisladas durante mucho tiempo; que los hidrocarburos del ambiente donde viven no provienen de otros seres vivos; y que el H_2 que utilizan como fuente de energía proviene de la descomposición del agua por la desintegración radiactiva del uranio, el torio y el potasio que allí se encuentran, este hallazgo tiene inmensas repercusiones en exobiología porque bacterias similares podrían prosperar en lugares como Europa (luna de Júpiter, donde se sospecha que pudiera existir un gran mar interior de hasta 100 Km de profundidad por debajo de una capa de hielo superficial de unos 10 km de espesor) o Marte, Desulfotomaculum puede metabolizar compuestos de azufre como el sulfato de magnesio, similares a los encontrados en Meridiani Planum, Marte, donde actualmente opera el MER Opportunity.



Bacteria Desulfotomaculum

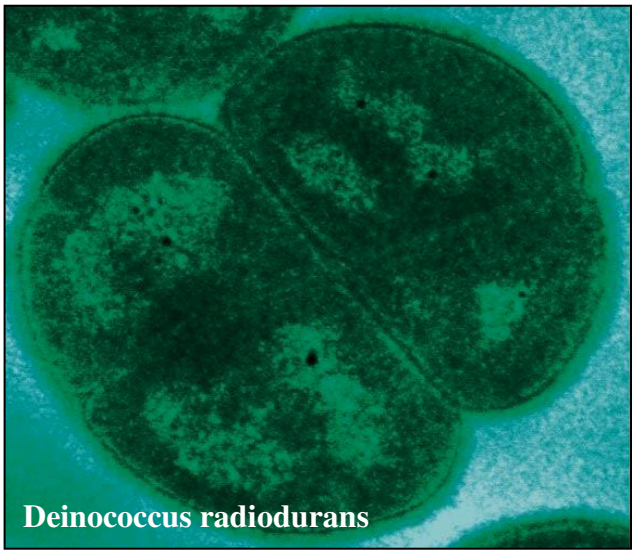




Acidófilos Suele tratarse de bacterias y otros organismos muy simples que son capaces de desarrollarse en condiciones de pH (*[1]) demasiado bajo para la mayoría de formas de vida, un ejemplo ésta en España en las minas de Río Tinto en Huelva, España, cuyas aguas tiene un pH de menos de 2 y que llega a ser de 1.

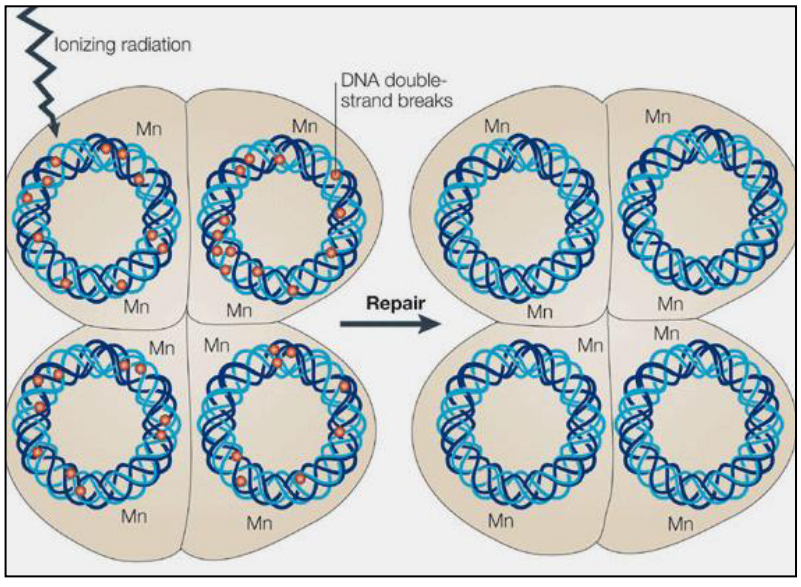
Río Tinto (España)

Radiófilos El Deinococcus radiodurans (Micrococcus radiodurans) es el organismo conocido más resistente a la radiación, mientras que una dosis de 10 Gy (*[2]) es suficiente para matar a un ser humano, la bacteria Deinococcus radiodurans puede resistir una dosis instantánea de hasta 5000 Gy sin pérdida de viabilidad, y dosis de hasta 15000 Gy con un 37% de pérdida de viabilidad, además, puede sobrevivir en condiciones de calor, frío, deshidratación, vacío y ácido.



En 1996, se propuso que el desarrollo de la alta resistencia a radiación de esta bacteria fue un efecto colateral incidental a su adaptación a la extrema sequedad en algún hábitat natural desconocido, la sequedad produce lesiones en el ADN del tipo de rupturas dobles similares a las producidas por la radiación ionizante, puesto que ambos tipos de lesiones son indistinguibles, se reparan por los mismos mecanismos moleculares y se supone que la exposición prolongada de las bacterias a la sequedad indujo la selección de sistemas de reparación más eficaces.

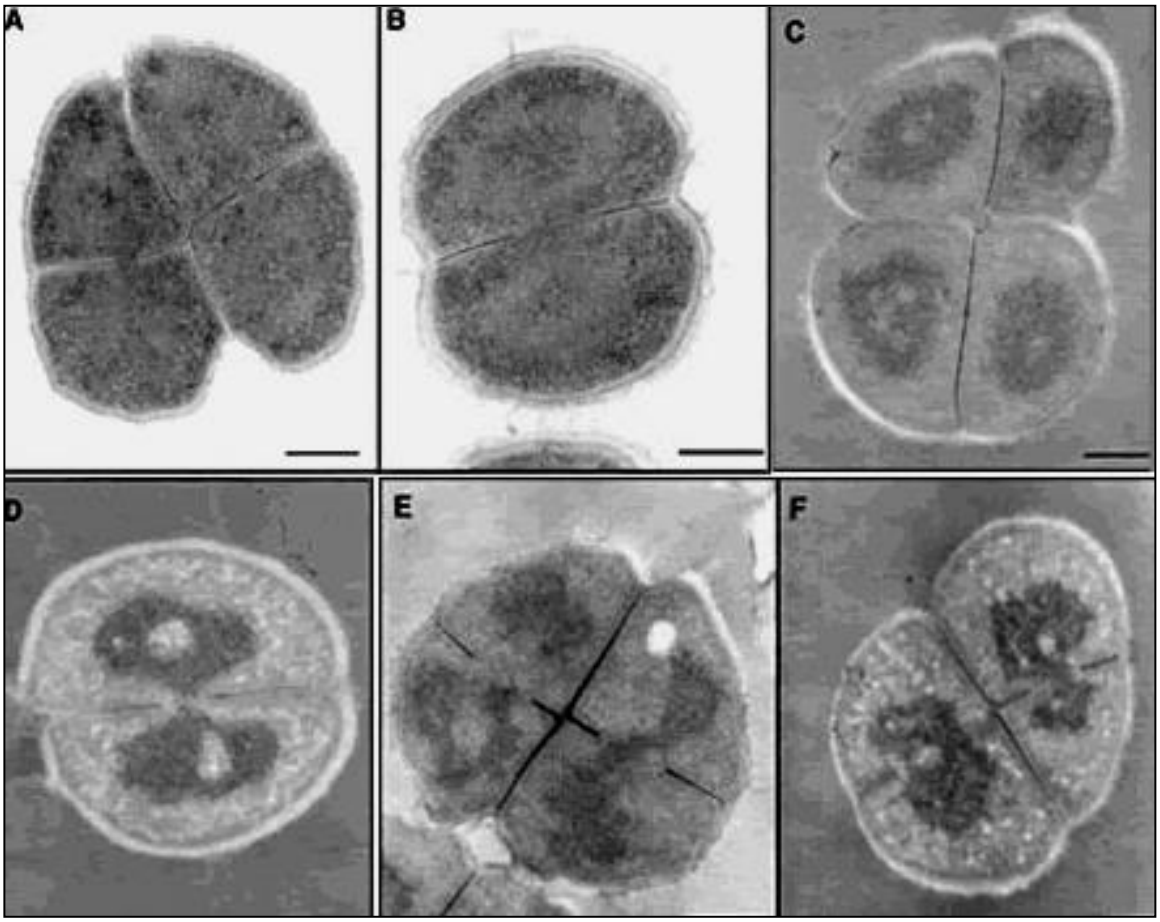
La radiación ionizante en la Tierra es producida por los rayos cósmicos y la desintegración radiactiva del Uranio, Torio y ^{40}K (*[3]) en las rocas de nuestro planeta, lo que produce una dosis global de solamente 0.0005 Gy por año y la emisión no ha cambiado durante los últimos 4000 millones de años, con esta tasa, un individuo de D. radiodurans no acumularía una dosis letal. Ni siquiera en los entornos de los reactores nucleares naturales se alcanza el umbral letal para las bacterias radioresistentes: en los depósitos de Uranio de Oklo, cerca de Gabón (1700 millones de años de antigüedad), el nivel de radiación no excede 1 Gy por hora, mientras que Deinococcus radiodurans es capaz de crecer incluso soportando una dosis de 60 Gy/H, por lo tanto, el origen de la radio resistencia no puede ser una adaptación evolutiva aparecida en la Tierra.



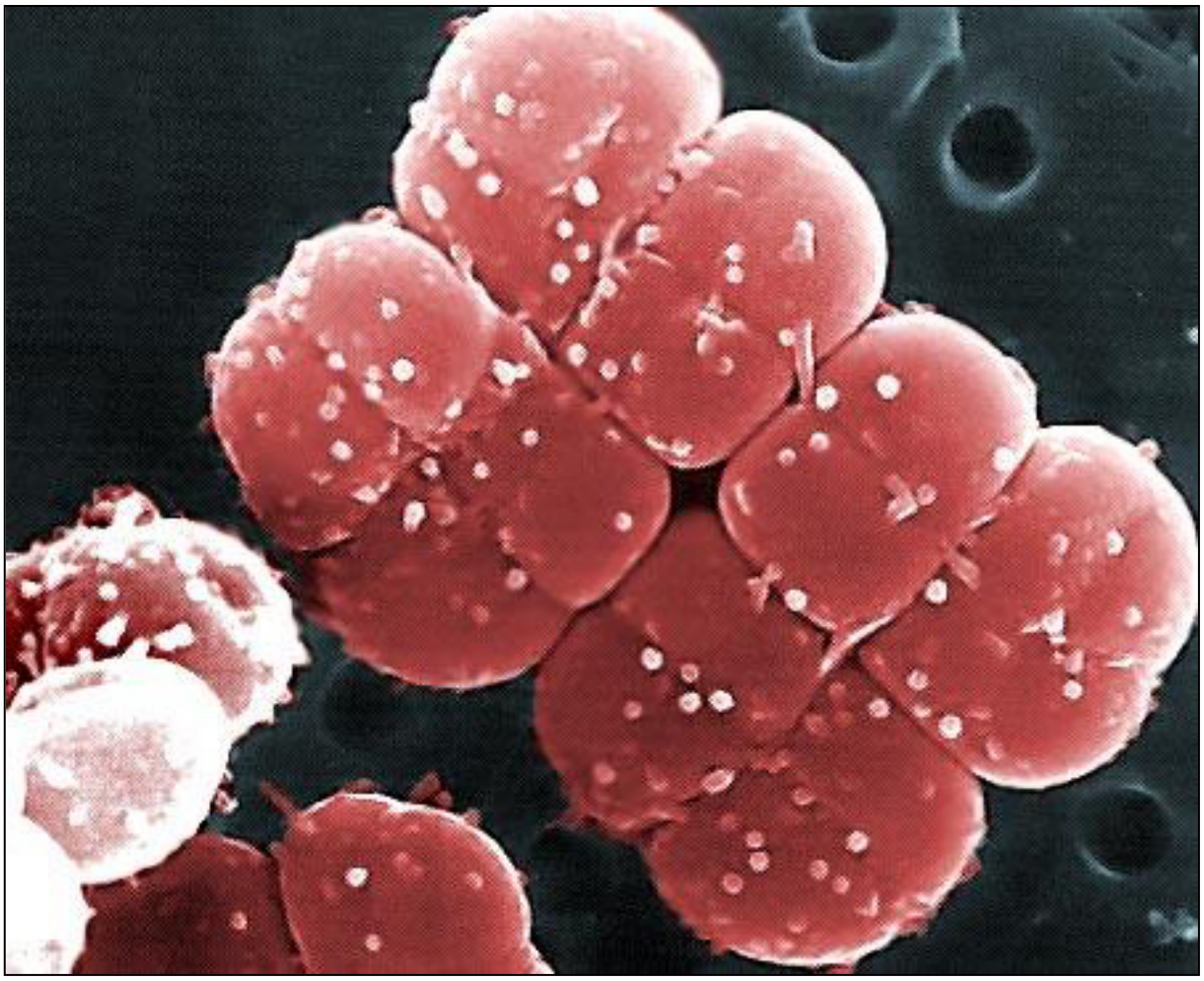
Algunos científicos han propuesto la hipótesis de que Deinococcus radiodurans ha permanecido largo tiempo fuera de la tierra, ya sea en el espacio exterior o en algún otro cuerpo del Sistema Solar y que ahí fue donde adquirió la extrema resistencia a radiación.

El primero que propuso esta idea fue el cosmólogo Fred Hoyle, explicando que la Tierra estaría siendo constantemente bombardeada por microorganismos provenientes de otros lugares del Cosmos, en una especie de estado estacionario aplicado a los seres vivos y que precisamente la extrema resistencia a radiación de esa bacteria es un claro indicio de su reciente llegada a la tierra, otros científicos creen que las bacterias altamente radio resistentes provienen de Marte, pero que no son el producto de una vida marciana que surgió de manera independiente de la vida terrestre sino el resultado de múltiples intercambios de microorganismos entre nuestro planeta y Marte, los argumentos que ofrecen es que esta bacteria requeriría más de un millón de años para acumular una dosis letal de radiación ionizante en la tierra, y por esta razón, se debería pensar en alguna forma en que la bacteria se encuentre en un estado latente por largos períodos de tiempo en los que acumule esas dosis de radiación sin reparar los daños y sin morir, seguidos por breves períodos metabólicamente activos durante los cuales reparan los daños acumulados y se seleccionan gradualmente mutantes con mayor resistencia a la radiación.

Es necesario que esto ocurra así porque de otra manera la bacteria permanecería metabólicamente activa, reparando continuamente los daños causados por la radiación y sin que haya una selección de mutantes resistentes a radiación, donde la bacteria podría permanecer largos periodos de tiempo en estado congelado, acumulando altas dosis de radiación provenientes de los rayos cósmicos, después de largos períodos de tiempo las bacterias volverían brevemente a la vida y repararían los daños acumulados para volver al estado latente por otro período prolongado de tiempo, este tipo de ciclos sólo puede tener lugar de manera natural en Marte, donde las bacterias permanecerían congeladas en las regiones polares, a una temperatura aproximada de -100 ºC durante más de 10000 años.



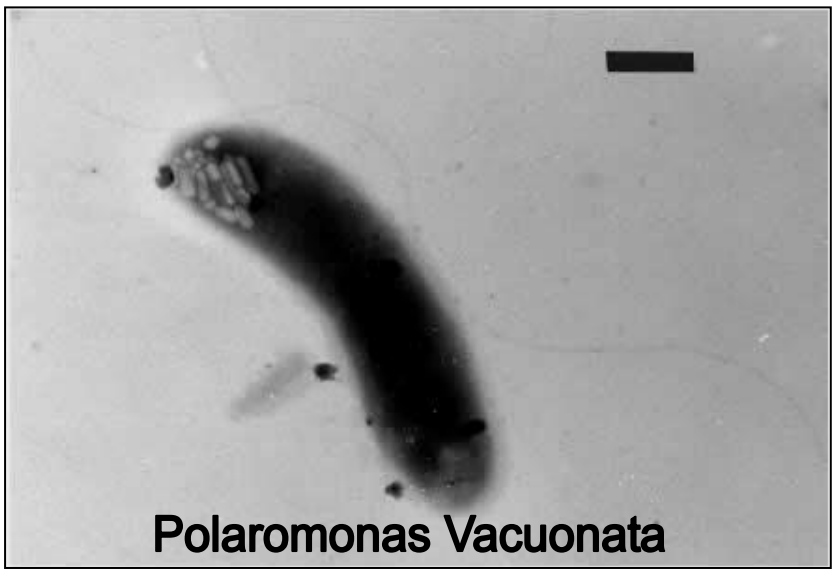
Durante ese tiempo las bacterias acumularían una gran cantidad de lesiones en el ADN causadas por los rayos cósmicos, que en Marte son alrededor de 100 veces más intensos que en la Tierra al carecer de un campo magnético que los desvíe, lesiones que tendrían que ser reparadas a fin de que la célula sobreviva, la radiación actúa sobre el ADN, produciendo múltiples roturas en la doble cadena. Por esto, en el pasado los estudios se centraron en la investigación de complejos enzimáticos de reparación y no en la resistencia a la radiación. En 1999, se secuenció el genoma de esta bacteria, lo cual no reveló ninguna propiedad especial de la misma en cuanto a mecanismos de reparación del ADN, la cantidad de daño producido por dosis de radiación equivalentes en bacterias sensibles y en Deimococcus radiodurans era semejante, provocando la muerte en la mayoría de los casos a las primeras. Esto apoya la idea de que la radioresistencia no está basada en mecanismos que prevengan los efectos negativos de la radiación sobre el ADN, las únicas explicaciones posibles eran que pudiera utilizar los mecanismos habituales de reparación de un modo que el resto de microorganismos no pueden o que esta especie empaquetase sus cromosomas en un modo especial; otros facilitadores de la recuperación génica en el radiodurans, son la presencia de 4 a 10 copias de ADN, y la organización toroidal de los cromosomas que generan una compactación beneficiosa.



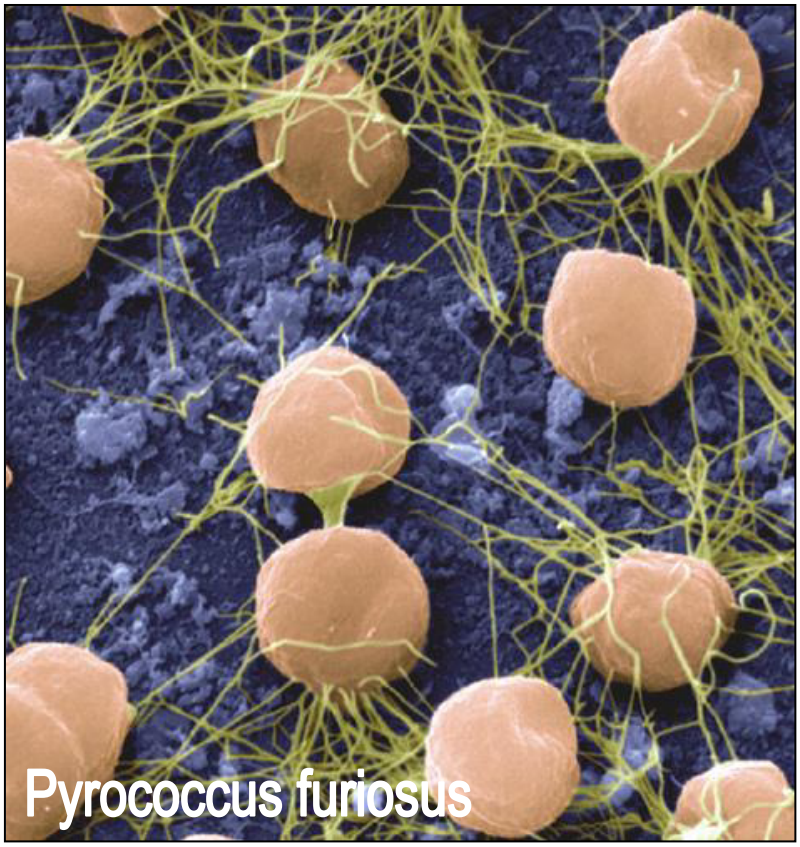
Utilizando ingeniería genética, los Deinococcus se han utilizado para biorremediación, para consumir y digerir disolventes y metales pesados, incluso en espacios altamente radiactivos, el gen bacteriano mercúrico reductor de Escherichia coli se ha clonado en el Deinococcus radiodurans para desintoxicar el mercurio iónico encontrado frecuentemente en desechos radioactivos resultantes de la fabricación de armas nucleares.

Algunos microorganismos de la Tierra son capaces de resistir dosis muy altas de radiación ionizante, pero la radioresistencia no puede ser una adaptación evolutiva, porque en la Tierra no existen entornos naturales que soporten niveles de radiación tan elevados.

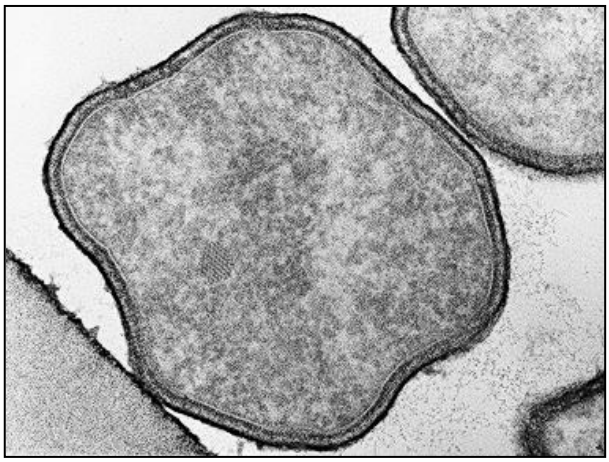
Psicrófilos Su temperatura óptima está en torno a los 15-18 °C, aunque viven perfectamente a 0 ºC e incluso a temperaturas más bajas, hay algunos cuya temperatura óptima todavía es más baja, denominados psicrófilos extremos, como el Polaromonas vacuolata, que vive en las aguas de la Antártida, su temperatura óptima de crecimiento es de 4 °C y la máxima que resiste es de 14 °C (no sobreviven por encima de esta temperatura).

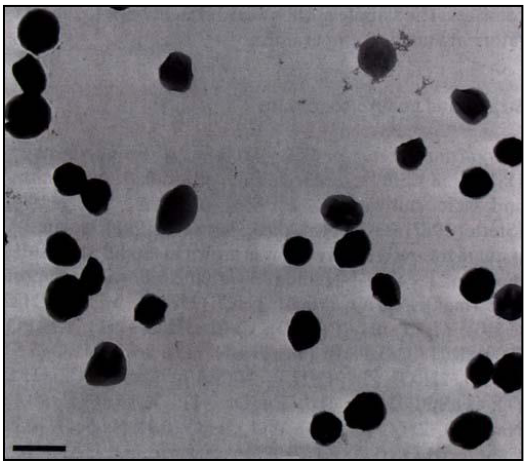


Termófilos Pueden vivir a temperaturas de 45 ºC o superiores, así como los hipertermófilos, que viven a temperaturas superiores a 80 ºC, pudiendo llegar incluso a temperaturas superiores a 100 ºC, la bacteria Thermophilus aquaticus se desarrolla a temperaturas de entre 50/80 °C, el hipertermófilo Pyrococcus furiosus, tiene un rango de crecimiento a temperaturas entre 70 y 103 ºC.

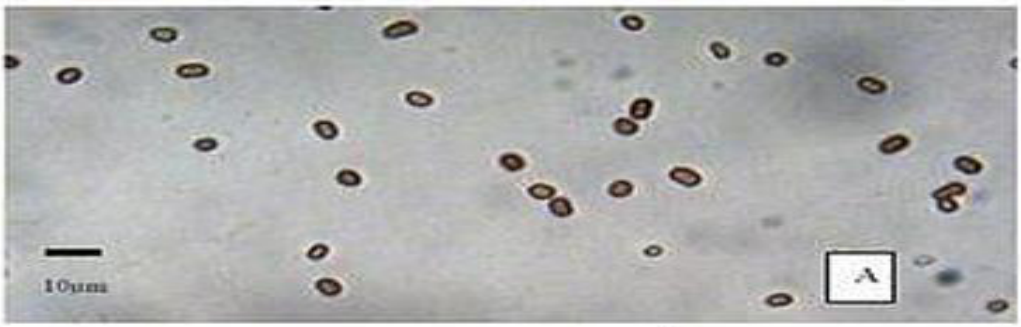


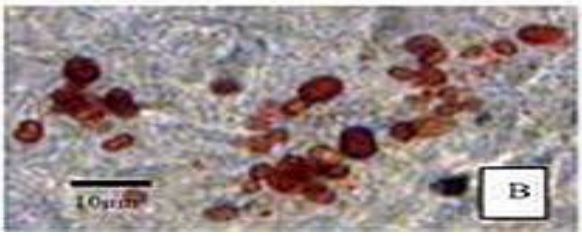
Otro hipertermófilo es el Pyrolobus fumarii (abajo) que fue extraído de chimeneas hidrotermales submarinas y se multiplica en torno a los 113 ºC.

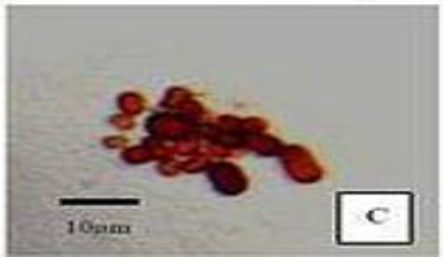




El ejemplo más curioso de este tipo de microorganismos se dió durante en una lluvia de color rojo que cayó durante dos meses en Kerala, India en 2001; se aislaron unas células inertes a temperatura normal, se comprobó que carecían de ADN y eran capaces de reproducirse a 121 ºC.

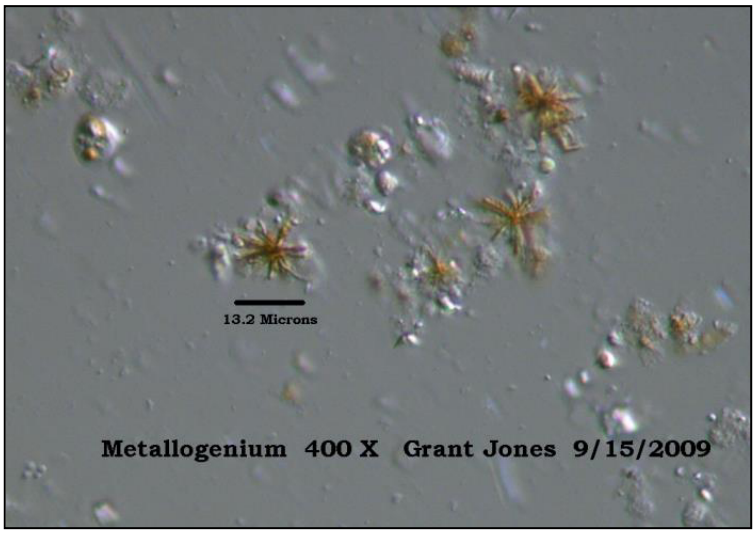


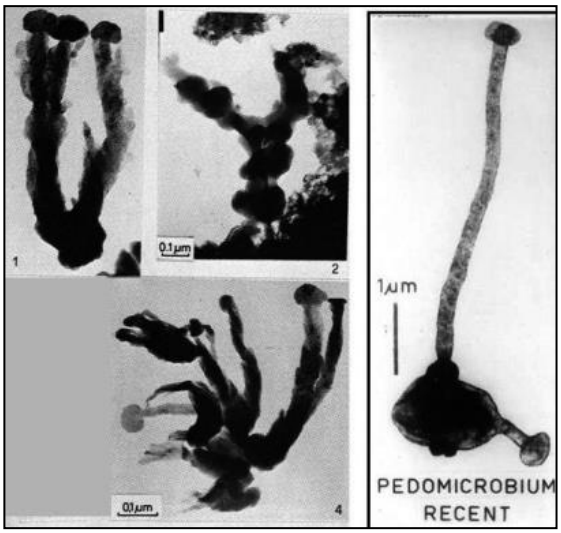




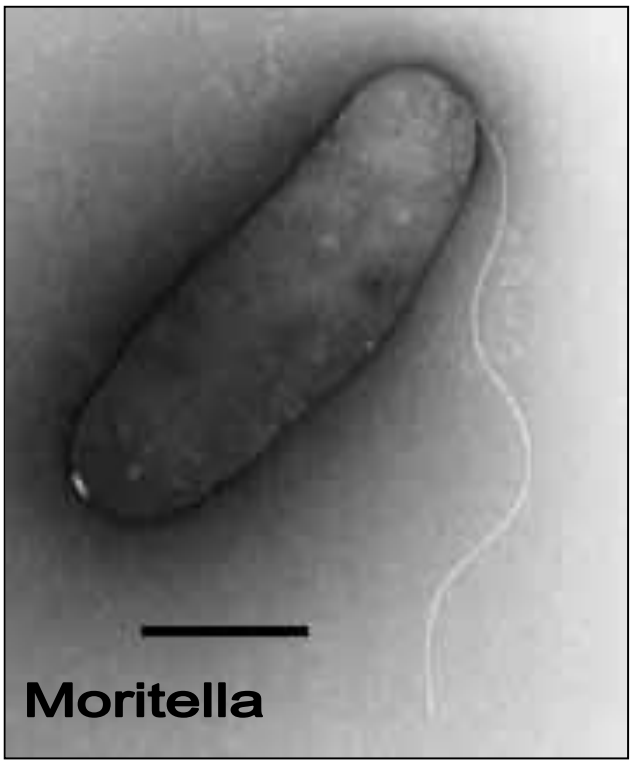
Arriba Células estudiadas **Abajo** Lluvia roja en Kerala, India

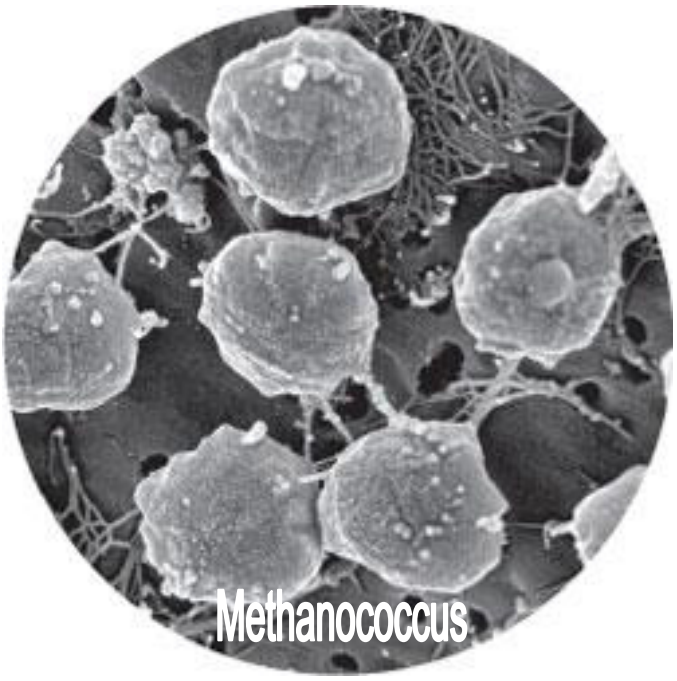
Xerófilos La pérdida de pequeñas fracciones de agua intracelular puede ser letal para muchas células, pero existen ciertos organismos que pueden sobrevivir a la extrema desecación incluso por largos periodos de tiempo, los microbios que pertenecen a los líquenes, hongos y algas tienen capacidades de crecer en condiciones extremadamente secas, entre las bacterias xerófilas existen las Metallogenium y Pedomicrobium.





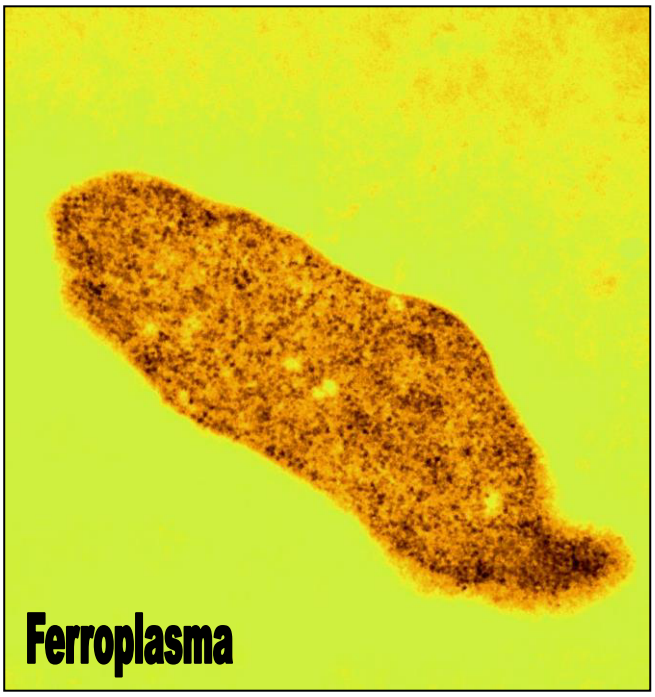
Barófilos (Piezófilos) Se desarrollan en ambientes con presión muy alta (lechos oceánicos profundos de hasta 11000 m de profundidad, como en la Fosa de las Marianas, requieren condiciones de alta presión (superior a 1 atm) para su desarrollo y crecimiento, estos experimentan un aumento en la concentración de ácidos grasos no saturados presentes en la membrana plasmática, su velocidad de crecimiento relativamente lenta se debe, por una parte a una combinación de efectos de la presión sobre los procesos bioquímicos de la célula y. por otra a que estos organismos solo crecen a bajas temperaturas, que causan una considerable disminución de la velocidad de las reacciones químicas, entre estos extremófilos están Shewanella, Moritella, Methanococcus.

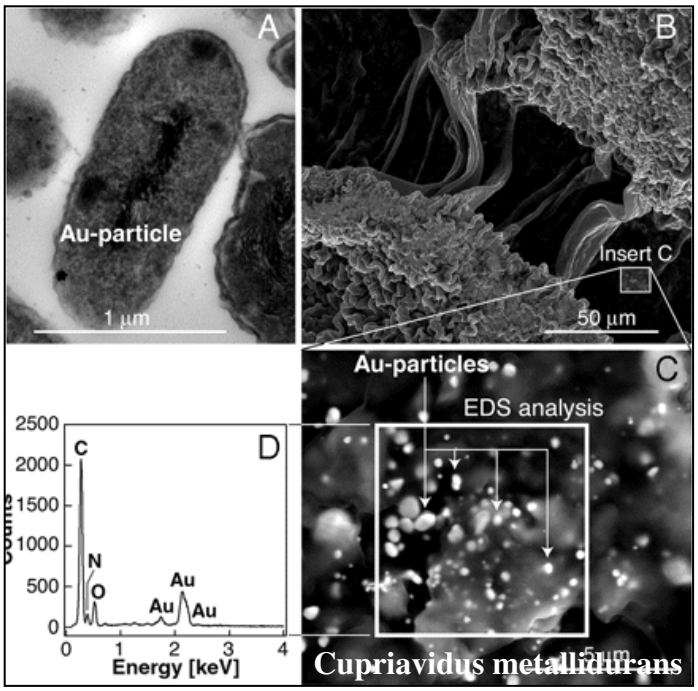


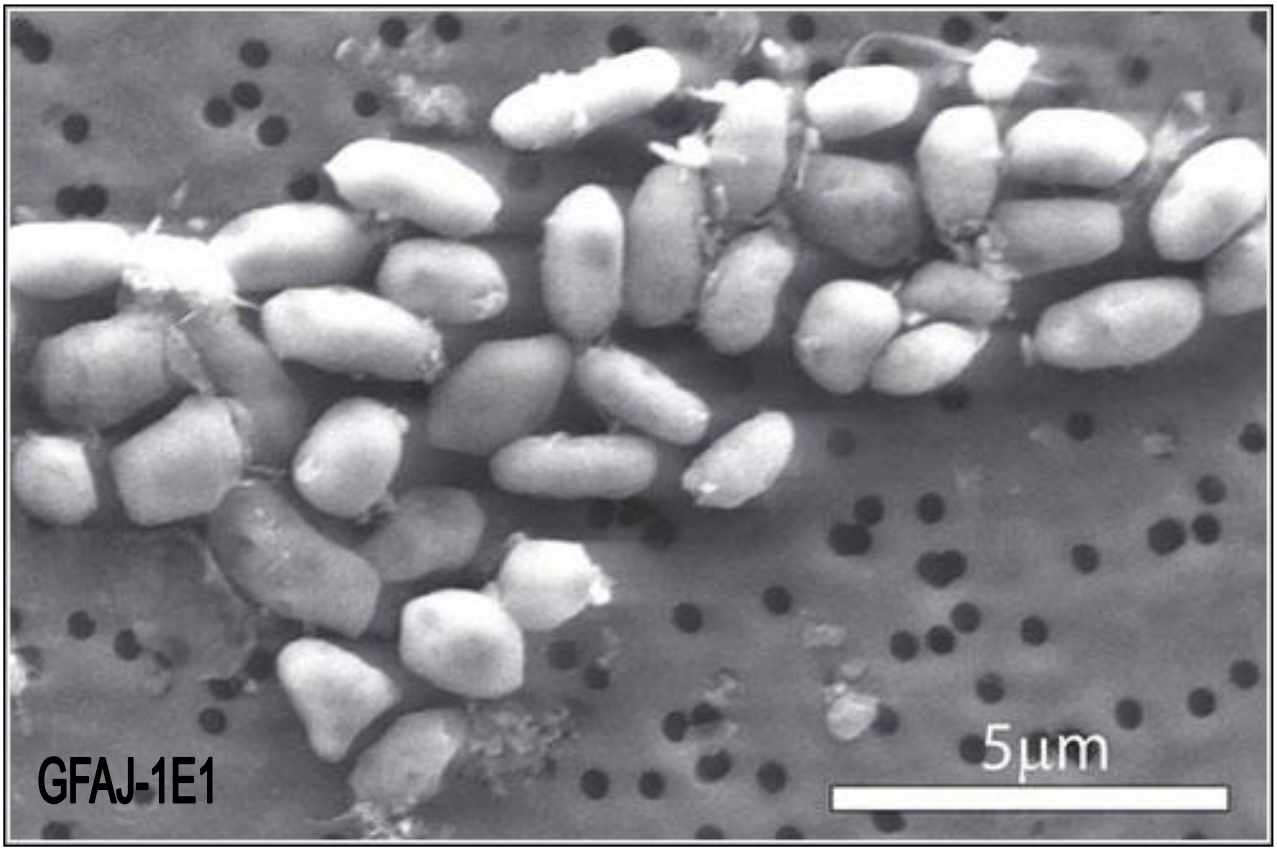


Criptoendolitos Organismos de suelos profundos, viven a muchos metros bajo la superficie, a casi 3000 m de profundidad, incluso en medio de rocas y pueden soportar mucho el frío (-15 ºC).

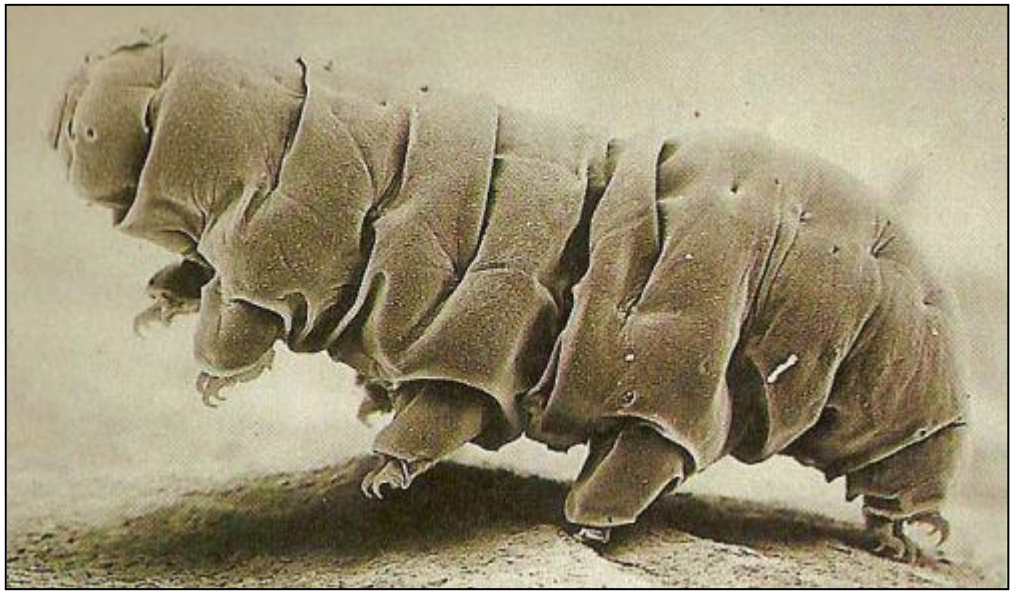
Metalotolerantes Organismos que sufren altas concentraciones de metal en su entorno (Cobre, Cadmio, Arsénico, Zinc, Oro) este tipo de bacterias son el Ferroplasma, Cupriavidus metallidurans, que se lo encuentra en el Oro o el GFAJ-1El, que tolera el Arsénico.



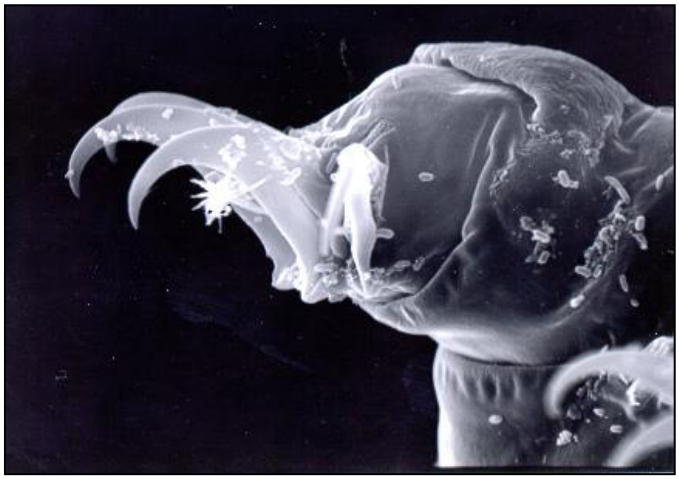




Tardígrados Los tardígrados (llamados comúnmente osos de agua debido a su aspecto) constituyen un filo de invertebrados protóstomos segmentados microscópicos (de 0,1 a 1,2 mm) que habitan en el agua y poseen ocho patas, los adultos más grandes pueden alcanzar un largo de 1,5 mm y los más pequeños situarse por debajo de 0,1 mm; se conocen más de 1000 especies de tardígrados.



Son especialmente abundantes en la película de humedad que recubre musgos y helechos, aunque no faltan especies oceánicas y de agua dulce, también están en regiones polares y desiertos, no habiendo virtualmente rincón del mundo que no pueblen; en situaciones medioambientales extremas, los tardígrados pueden entrar en estados de animación suspendida conocidos como criptobiosis.



Mediante un proceso de deshidratación, pueden pasar de tener el habitual 85% de agua corporal a quedarse con tan solo un 3%; en este estado el crecimiento, la reproducción y el metabolismo se reducen o cesan temporalmente y así pueden pasar más de 100 años.

A mediados de siglo XX, un científico/medico colombiano añadió agua a algunos tardígrados deshidratados que estaban sobre la hoja de un helecho que llevaba seca en un museo desde el siglo XVII y, luego de 120 años, se despertaron y continuaron su vida normalmente, esta resistencia les permite sobrevivir a temporadas de frío y sequedad extremos, radiorresistencia a la radiación ionizante, al calor y a la polución.

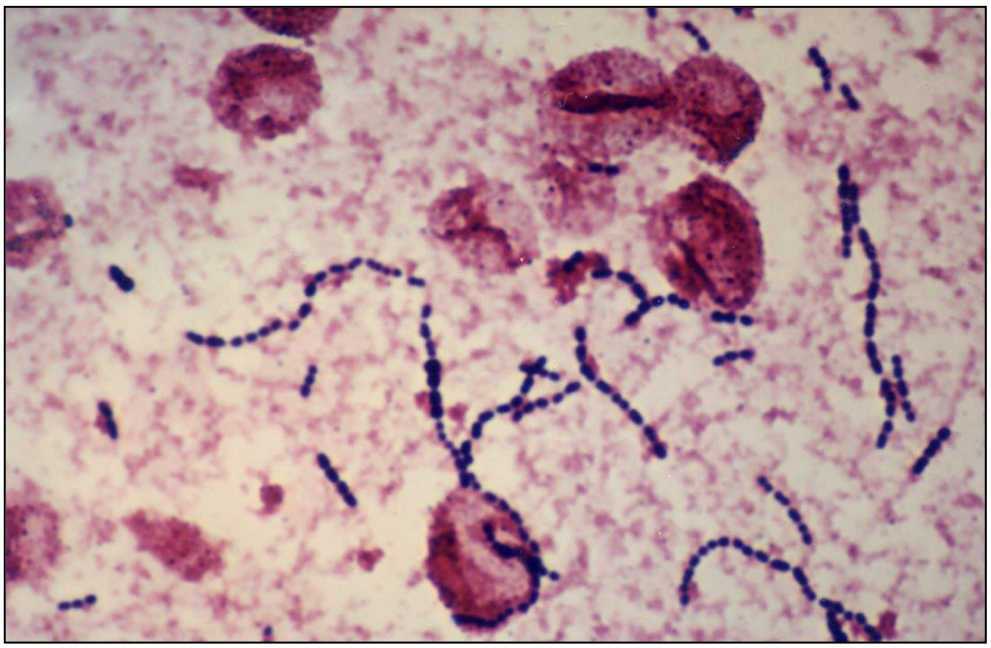
Existen estudios que demuestran que, en estado de metabolismo indetectable, pueden sobrevivir a los rayos-X, presiones de hasta 6000 atm y temperaturas entre los -272 ºC y 149 ºC, como también la inmersión en alcohol puro y éter.

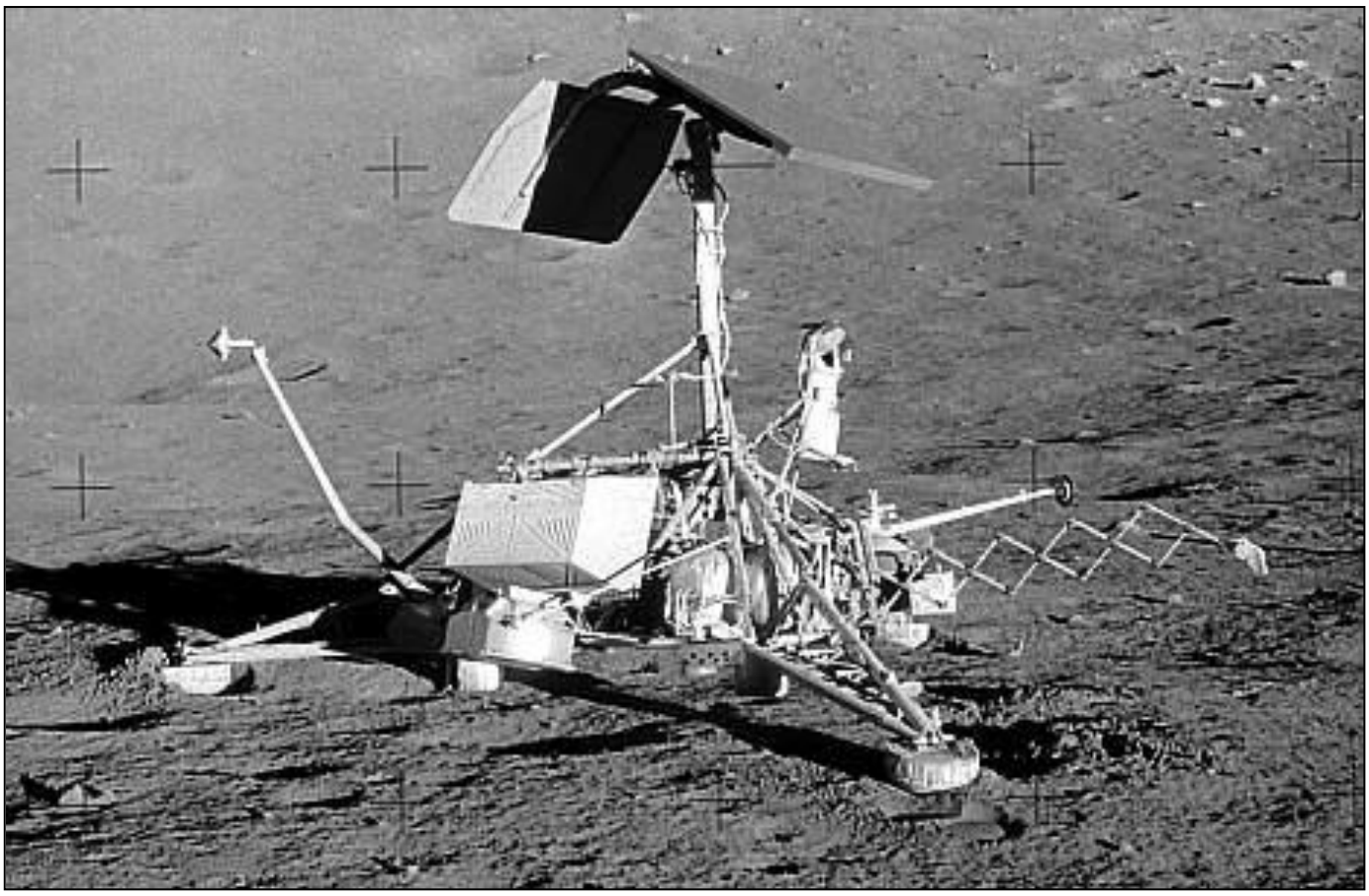
Científicos rusos afirman haber encontrado tardígrados vivos en la cubierta de los cohetes recién llegados del espacio exterior, demostrando de esta manera que también son capaces de sobrevivir en el medioambiente espacial; en 2007 se lanzó la nave rusa Foton-M3 y en ella fueron colocados (junto a otros seres vivos) un grupo de tardígrados, se comprobó que no sólo sobrevivieron a las condiciones del espacio exterior, sino que incluso mantuvieron su capacidad reproductiva, por lo que se les considera el ser vivo más resistente, además, pueden soportar 100 veces más radiación que los seres vivos más resistentes y pueden pasar cientos de años en un estado de hibernación sin agua y reactivarse en cuanto se les vuelve a suministrar.

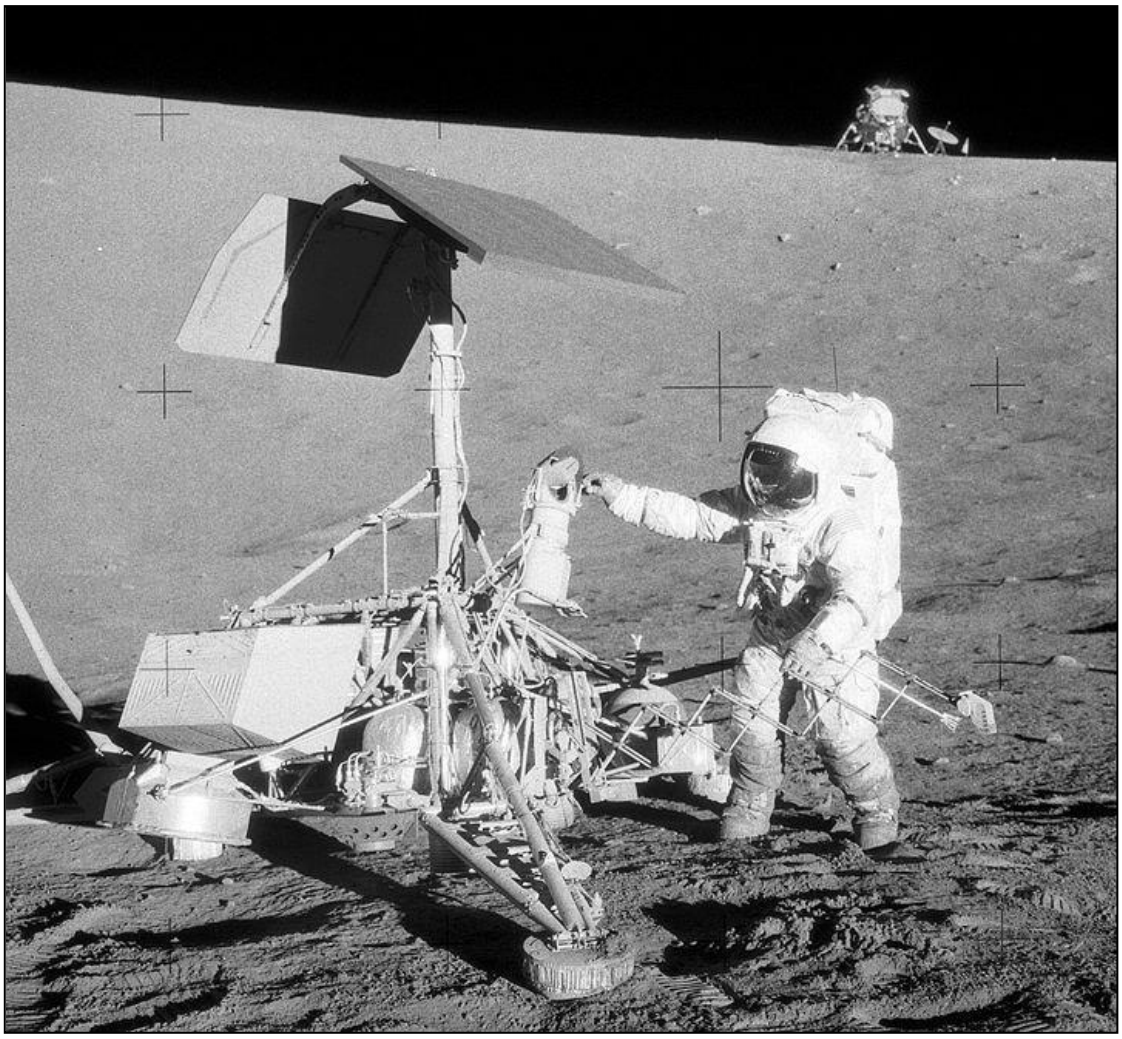
Tardígrado en estado de disecación

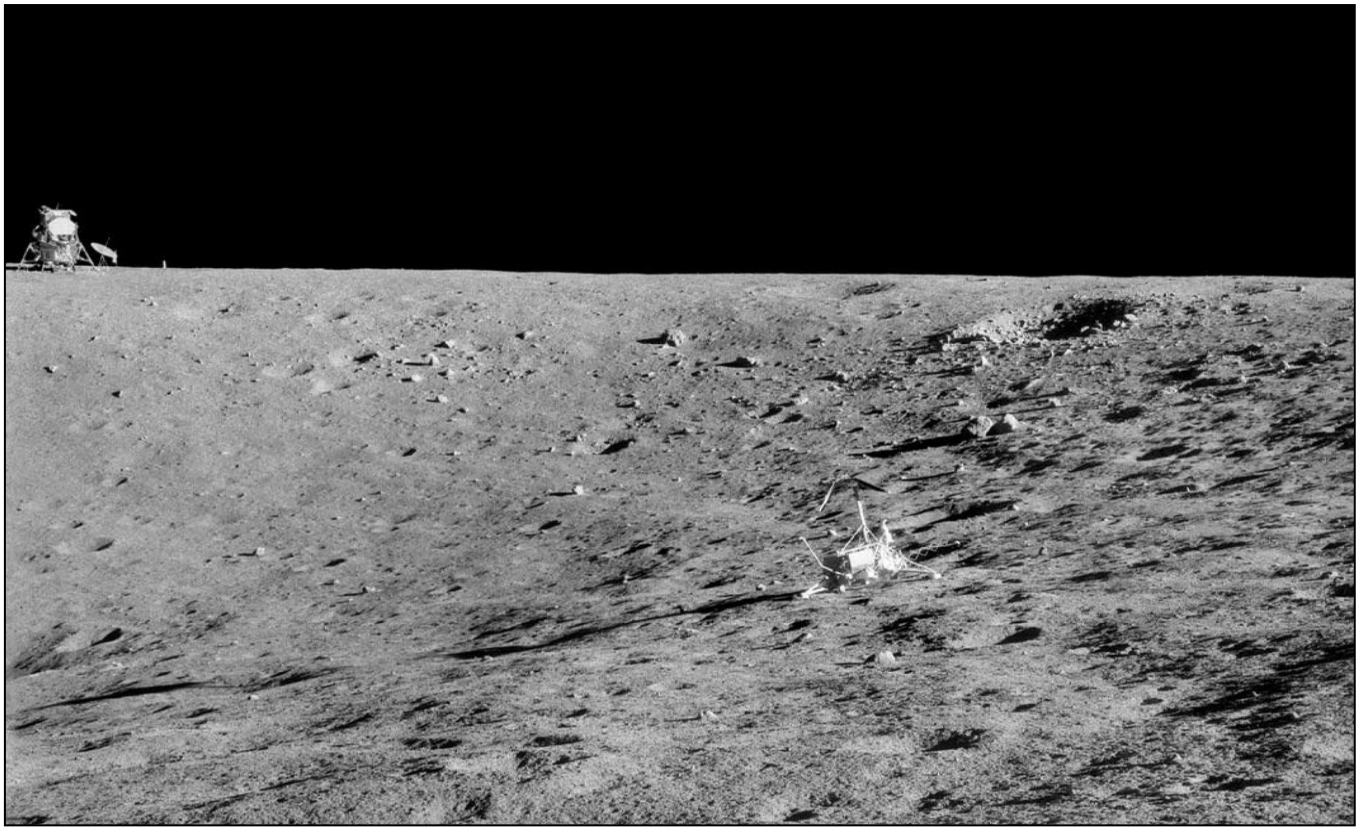
Bacterias en Surveyor-3

Bacterias Streptococcus mitis (especie mesófila alfa hemolítica de Streptococcus que habita en la boca humana) sobrevivieron en un viaje a la Luna del Surveyor-3 (lanzada en 1967) estas bacterias fueron llevadas a la Luna por accidente (se estima que se contaminó debido a un estornudo de un técnico mientras montaba la cámara de video de la nave); cuando a bordo de la misión Apollo 12 (1970) se transportó de vuelta a la Tierra restos de la nave como la cámara, las bacterias revivieron sin dificultad luego de vivir en un ambiente extremo.





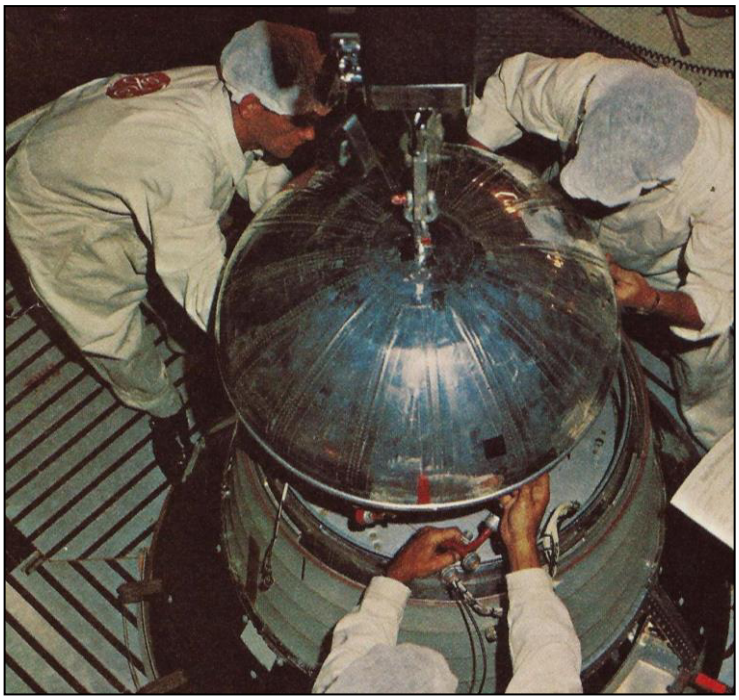


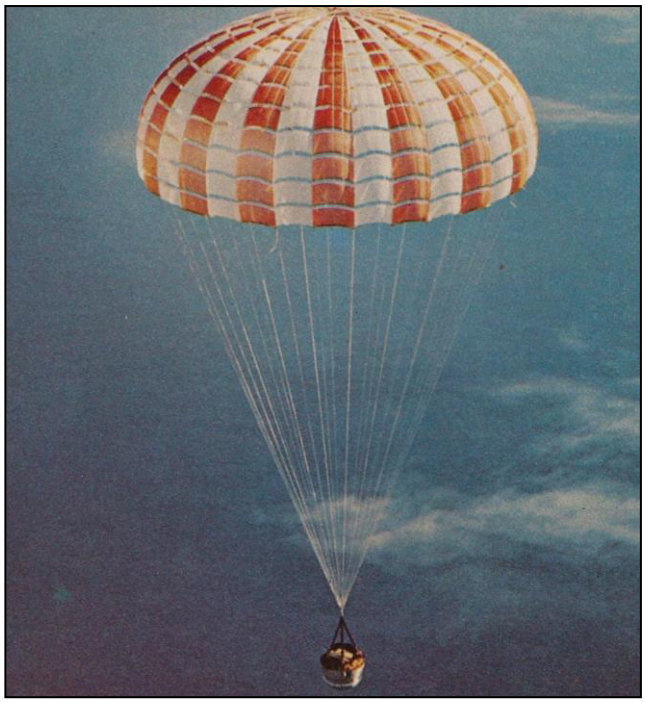


Biomódulo en satélites

Programa Biosatéllite

El Programa Biosatéllite fue un modelo de satélites de la NASA diseñado a principios de 1960 con el fin de estudiar los efectos del entorno espacial en organismos vivos, equipados con una cápsula de reentrada para el regreso de plantas, bacterias y animales enviados en la misión; cada misión tenía una duración de un mes aproximadamente.





Biosatéllite-1

Lanzado el 14-12-1966 mediante un cohete Delta desde Cabo Cañaveral, tenía un peso de 950 Kg, llevaba especímenes a bordo para el estudio de los efectos del vuelo espacial en los procesos vitales.

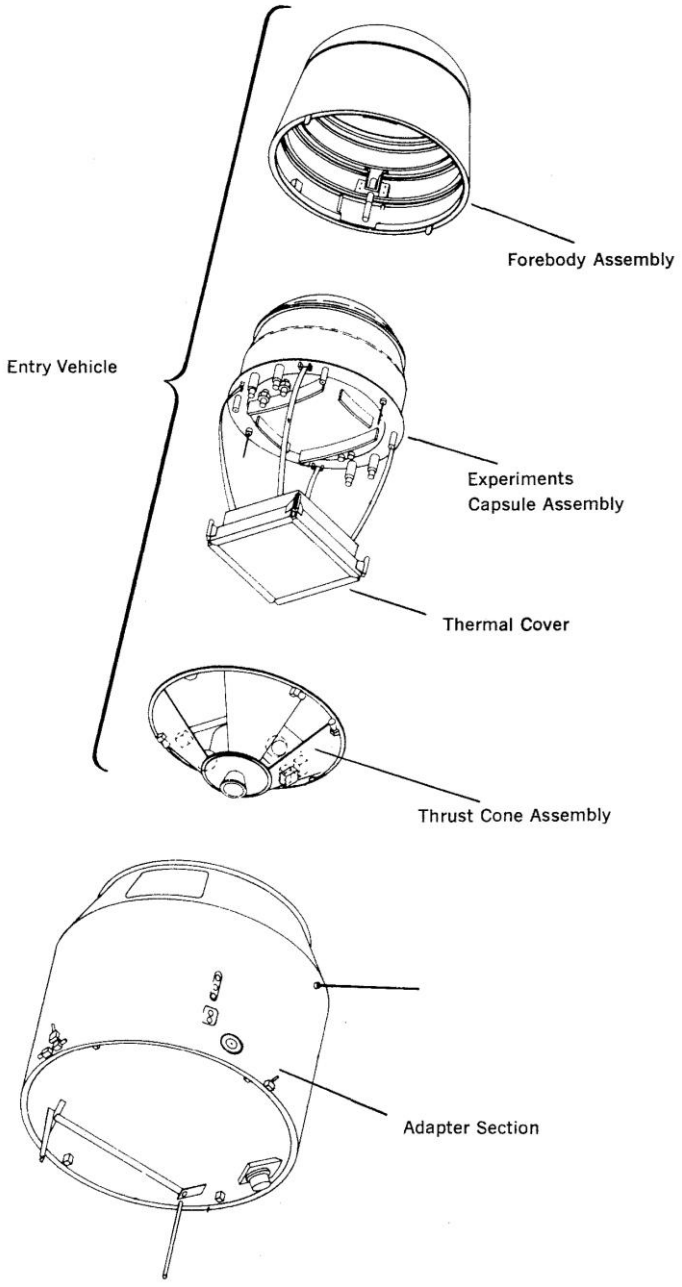
La cápsula de reentrada se separó correctamente del resto del satélite, pero el cohete que debería haberla propulsado de vuelta a tierra no funcionó, dejando la cápsula en órbita hasta que cayo a tierra, no se obtuvieron datos científicos útiles, pero la experiencia demostró la factibilidad técnica del concepto.

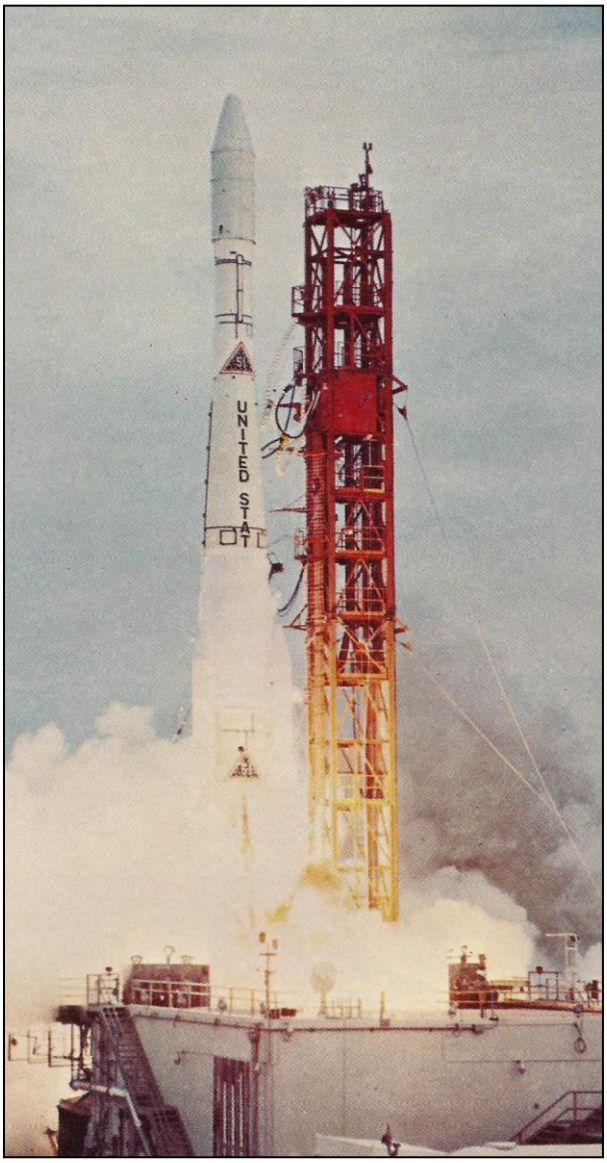
Biosatéllite-2

Lanzado el 7-09-1967 mediante un cohete Delta desde C. Cañaveral, con un peso de 955 Kg, llevaba 13 experimentos a bordo para el estudio de los efectos del vuelo espacial en los procesos vitales. A bordo iban insectos, huevos de rana, microorganismos y plantas, entre otros especímenes, el objetivo principal de la misión era determinar si los organismos vivos son más o menos sensibles a la radiación ionizante en microgravedad o en la Tierra, para lo cual en el satélite se incluía una fuente de radiación, la cápsula de reentrada fue recuperada el 19-01-1968 con éxito tras 45 hrs de microgravedad, regresando más de un día antes de lo previsto por problemas de comunicaciones con la cápsula y amenaza de tormenta.

Biosatéllite-3

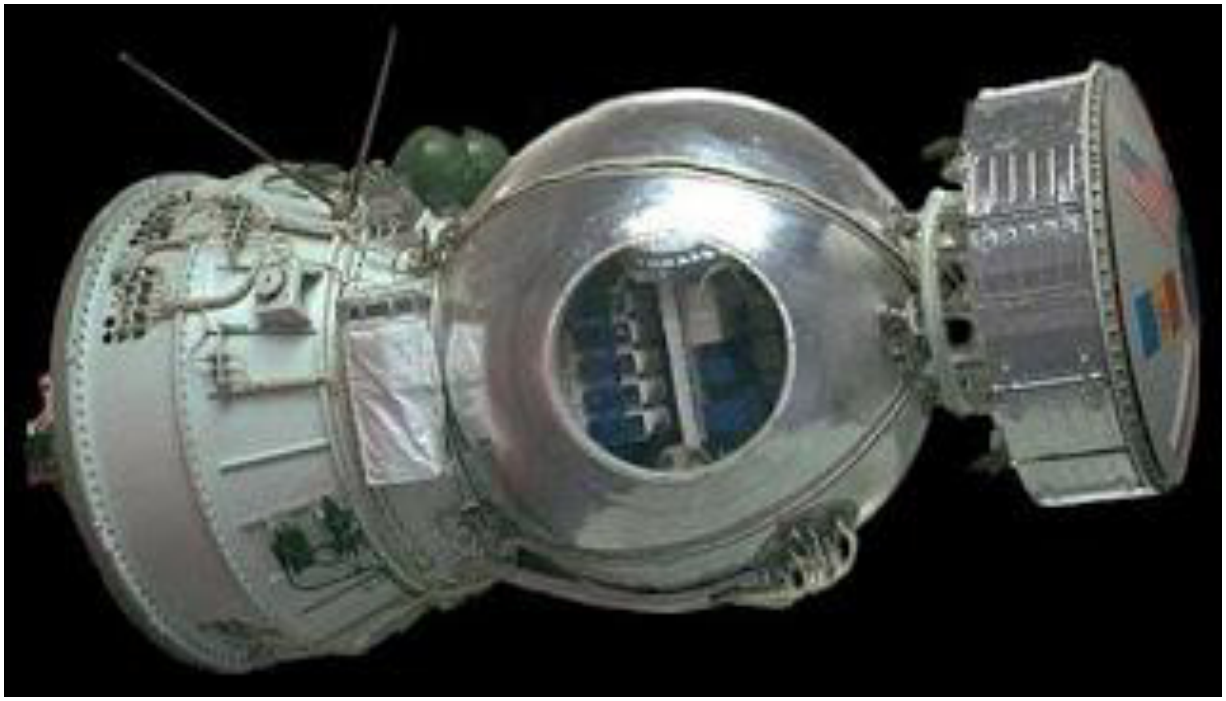
Con mucho retraso fue lanzado el 29-06-1969 mediante un cohete Delta, con un peso de 1,5 tn, voló con un mono en su interior, tres semanas antes del primer alunizaje, la misión inicial era de 30 días, pero terminó prematuramente a los 9 días, debido al deterioro en la salud del mono, las tres misiones restantes planeadas para las naves Biosatellite fueron canceladas.





Programa Bión/Kosmos

En 1971 se inicia un acuerdo de cooperación de investigación espacial en el que la URSS se ofreció por primera vez a volar experimentos de Estados Unidos en un Biosatélite Kosmos en 1974, el primer conjunto de investigación se llevó a cabo en 1975 en la misión Kosmos 782.



La nave espacial Bión se basó en el satélite de reconocimiento Zenit, con principal énfasis en los problemas de los efectos de la radiación sobre los seres humanos, el programa incluyó los lanzamientos de satélites Kosmos 110, 605, 690, 782, además de módulos Nauka que volaban en los satélites de reconocimiento Zenit-2M, Bión proporcionó a los investigadores una plataforma para el estudio de biología fundamental y experimentos biomédicos en el espacio, comenzó en 1966, volaron experimentos biológicos con primates, roedores, insectos, células y plantas en un biosatélite no tripulado en órbita cercana a la Tierra, NASA se involucró en el programa en 1975 y participó en 9 de las 11 misiones Bión, estas misiones tenían duraciones que iban desde los 5 días (Bión-6) hasta los 22 días (Bión-1 y Kosmos-110)

Lanzamientos Bión/Kosmos

Kosmos 110, 1966

Bión 1, Kosmos 605, 1973

Bión 2, Kosmos 690, 1974

Bión 3, Kosmos 782, 1975

Bión 4, Kosmos 936, 1977

Bión 5, Kosmos 1129, 1979

Bión 6, Kosmos 1514, 1983

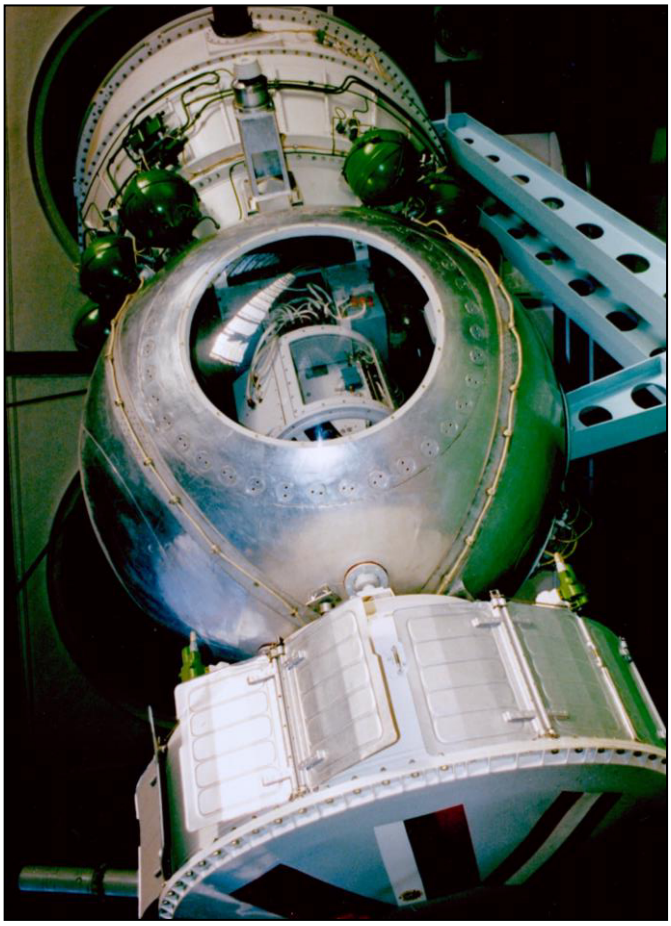
Bión 7, Kosmos 1667, 1985

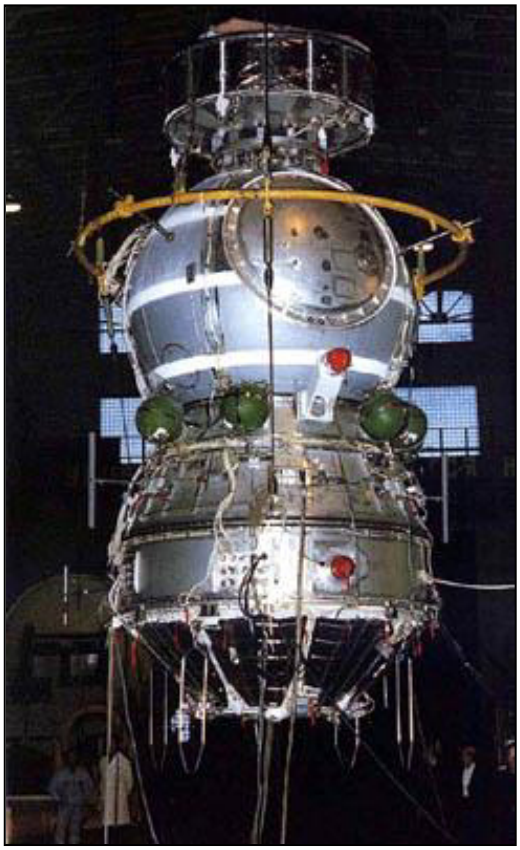
Bión 8, Kosmos 1887, 1987

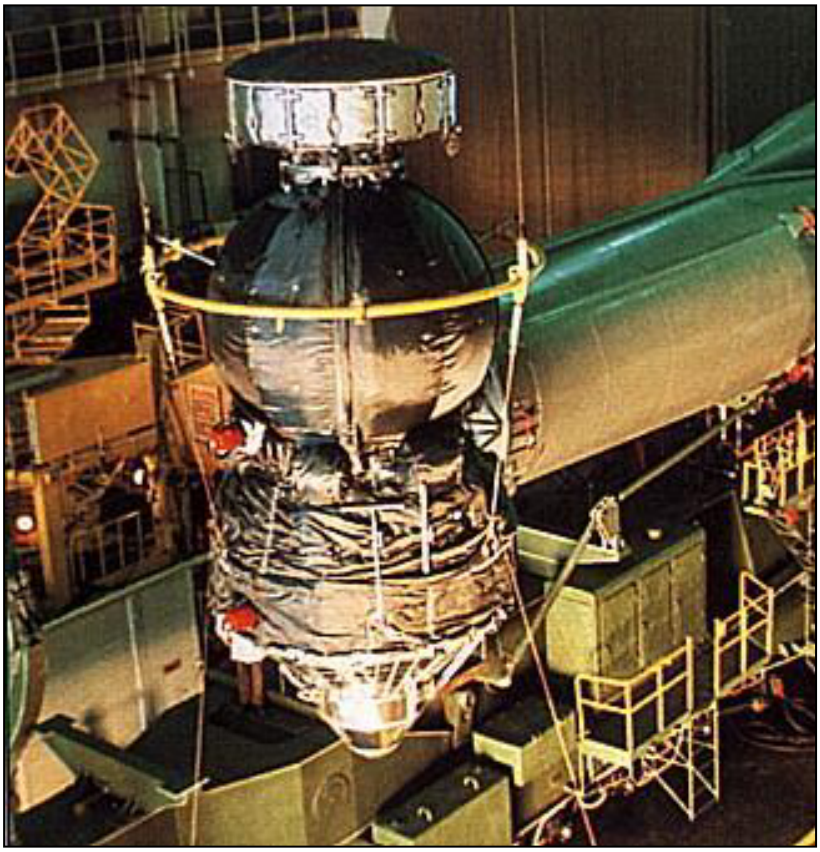
Bión 9, Kosmos 2044, 1989

Bión 10, Kosmos 2229, 1992

Bión 11, 1996.

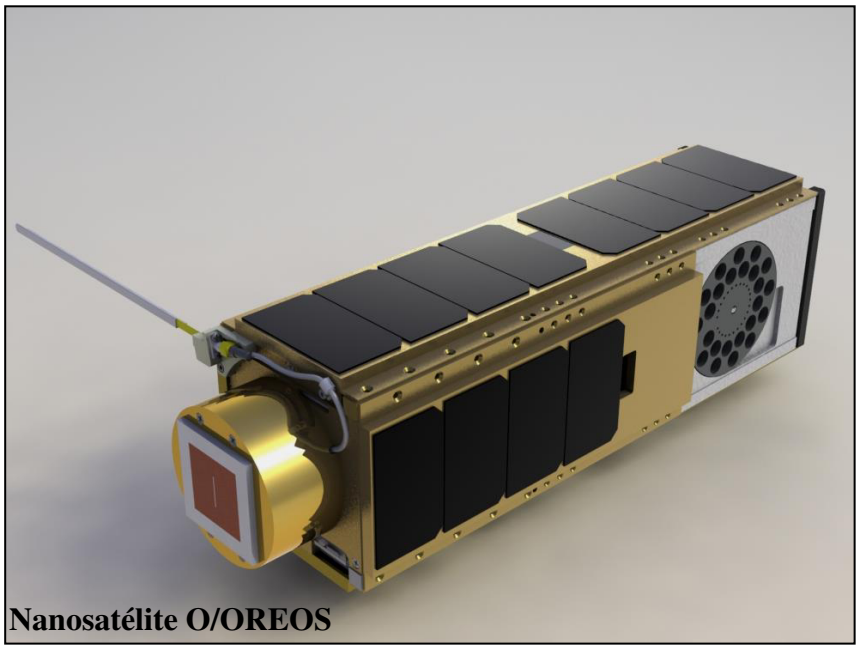






Nanosatélite Biológico O/OREOS

El nanosatélite de vuelo libre O/Oreos de 5,5 Kg fue lanzado el 19-11-2010 desde el Complejo de Lanzamiento de Kodiac Island, Alaska a bordo de un cohete Minotaur IV, completó su misión de vuelo espacial nominal en mayo de 2011, pero continúa recogiendo datos quincenalmente, la misión fue el primer vuelo de demostración de la pequeña carga útil para la Astrobiología Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de Instrumentos (ASTID) Elemento de Programa de Astrobiología de la NASA.



Nanosatélite O/OREOS

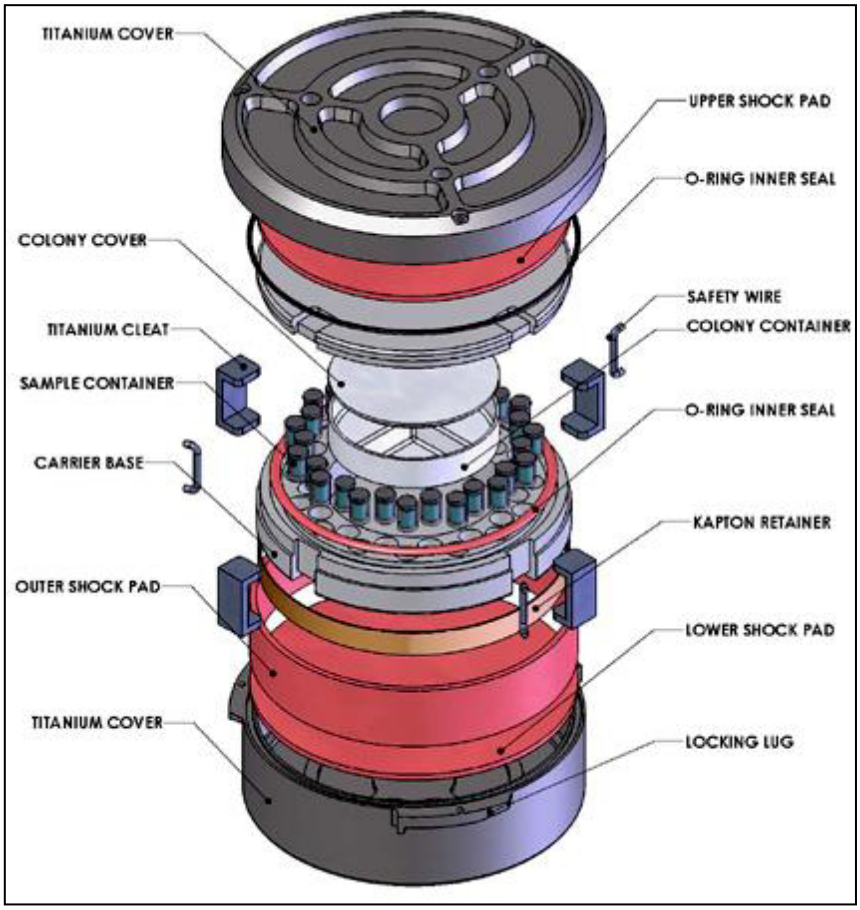
El equipo de la carga útil de Viabilidad Ambiental de Sustancias Orgánicas en el Espacio (SEVO) ha publicado un artículo detallando sus resultados científicos, el experimento SEVO proporcionaba el primer análisis in situ en tiempo real de la foto-estabilidad de los compuestos orgánicos y biomarcadores en órbita, llevaba un microambiente de vapor de H_2O que indicaba un cambio debido a la irradiación solar en órbita, mientras que otros tres microambientes nominalmente libres de H_2O no mostraban ningún cambio apreciable.

El anthrarufin quinona -hidrocarburo aromático policíclico HAP (*) en este caso cristal de color amarillo-, mostró alta fotoestabilidad y ningún cambio significativo espectroscópicamente medible en cualquiera de los cuatro microambientes durante el mismo período.

Biomódulo LIFE

Tardígrados, junto a bacterias radioresistentes Deinococcus radiodurans y Bacillus subtilis, la halobacteria Haloarcula marismortui, el termófilo Pyrococcus furiosus y la bacteria GFAJ-1El, volaron dentro de un pequeño biomódulo denominado LIFE (Living Interplanetary Flight Experiment) a bordo del transbordador Endeavour STS-135 en la ultima misión de estos vehículos espaciales en enero de 2011.

El biomódulo LIFE transportó 6 tubos con cada uno de los microorganismos; luego de esta misión, esta clase de biomódulo fueron parte de los experimentos que estaban a bordo de la malograda misión rusa Phobos-Grunt en 2011.

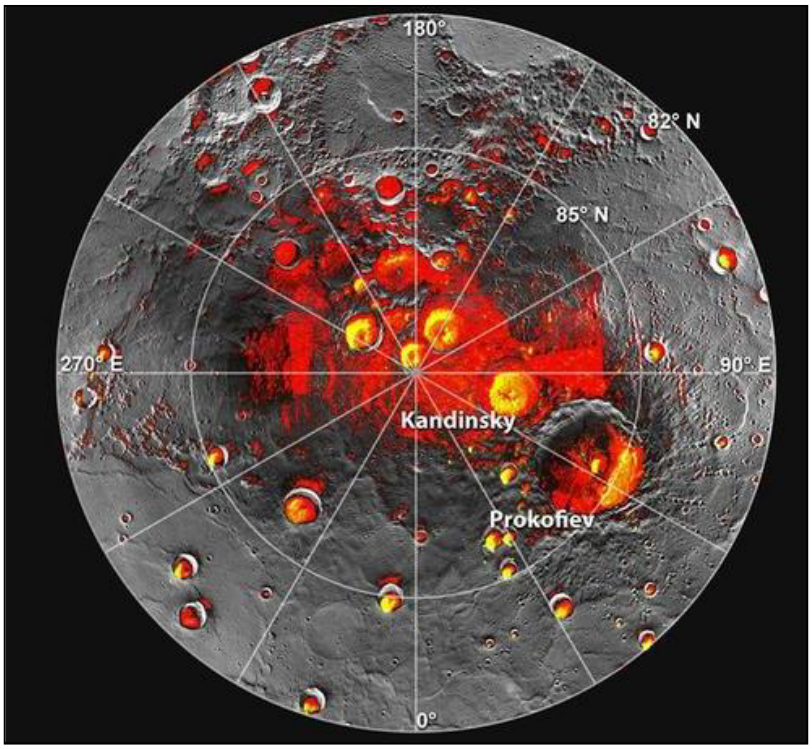


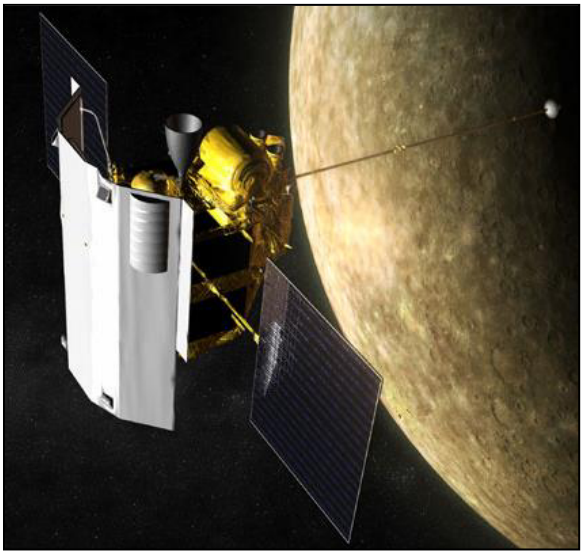
Agua (H_2O) en el Sistema Solar

Si bien el agua es vital para la vida en la Tierra, también se la puede encontrar en otros cuerpos del Sistema Solar, lo que significa que podría existir alguna forma de vida en esos lugares, pero hasta el momento no se ha podido comprobar la existencia de bacterias o seres vivos.

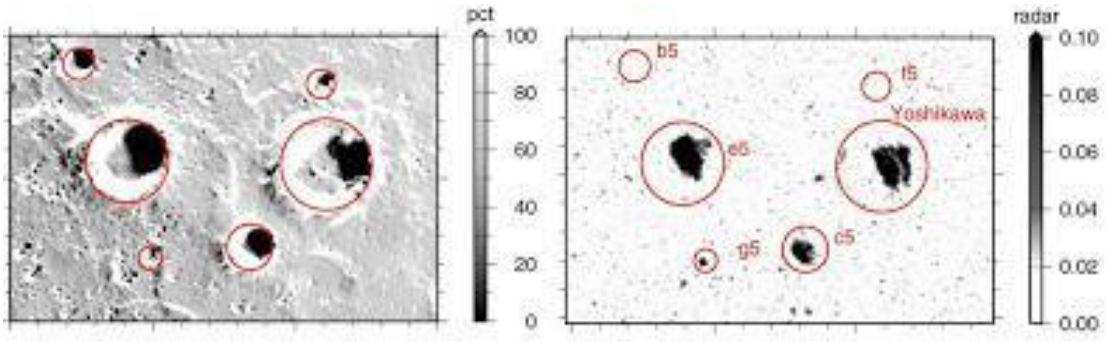
Mercurio

Mercurio es el planeta mas próximo al Sol pero eso no le impide albergar enormes masas de H_2O, según ha informado la NASA, datos recabados por la misión Messenger prueban la existencia de H_2O helada en el polo Norte de Mercurio, la razón de que haya podido conservarse H_2O helada es que los rayos del Sol nunca llegan a los cráteres ubicados en el polo norte y que albergarían grandes cantidades de hielo.

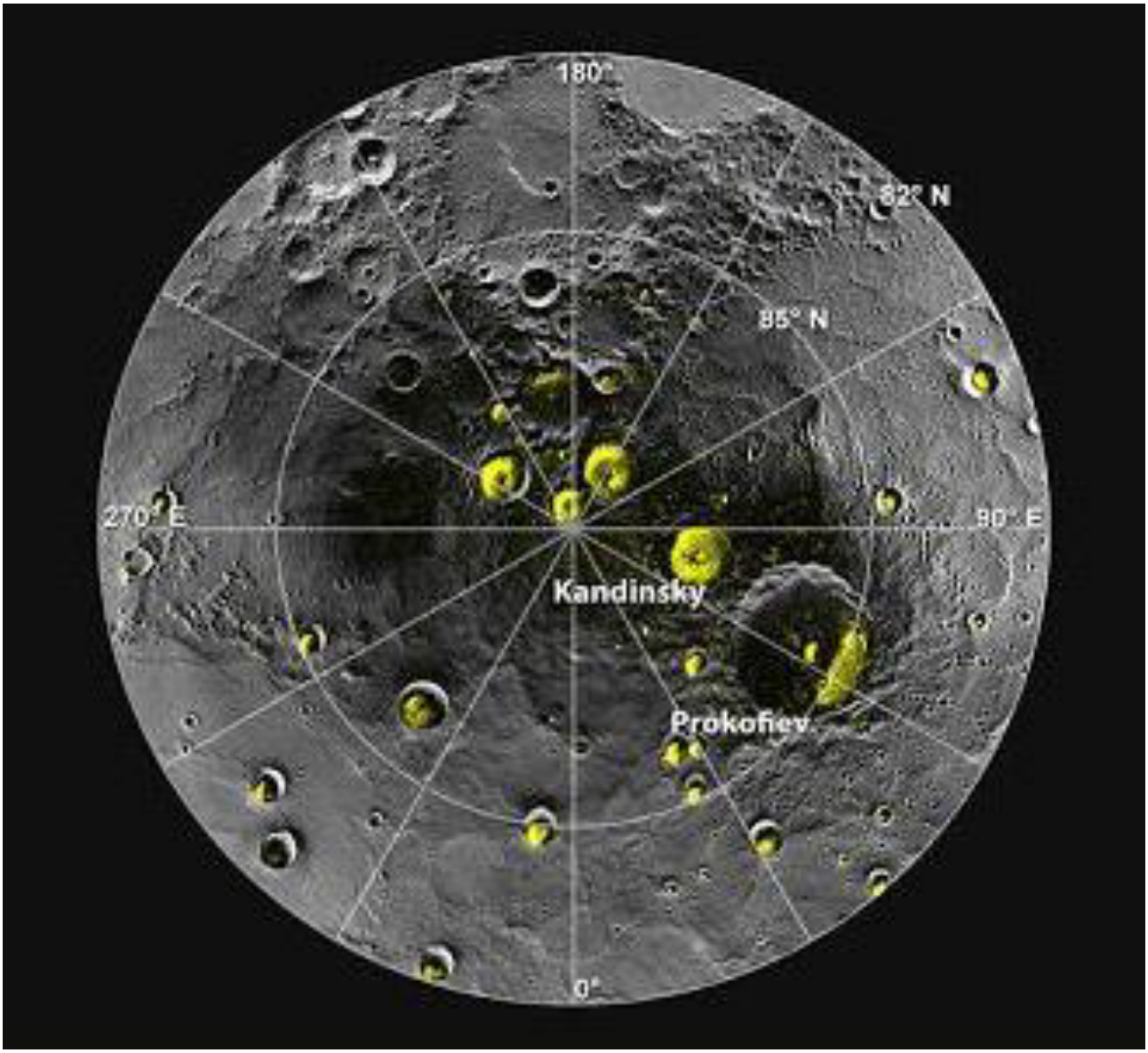




La teoría de la existencia de H_2O helada había sido ya avanzada por científicos a raíz de datos como los puntos de luz en el polo fotografiados en 1991 por el telescopio Arecibo, con la llegada de la nave Messenger a las inmediaciones de Mercurio, se observó que la mayor parte de los cráteres del N del planeta constituyen en realidad depósitos de hielo, situados bajo una capa de material oscuro en la superficie, donde la temperatura es algo más cálida, entre las evidencias que cita la NASA para probar esta teoría destaca las grandes cantidades de Hidrógeno en el polo N del planeta y las mediciones de las temperaturas próximas a la superficie; en 2011 la sonda Messenger entró en órbita alrededor de Mercurio, luego de unos sobrevuelos, se usó un altímetro láser para investigar los polos, el láser es débil, pero lo bastante potente para distinguir regiones de hielo brillante del regolito circundante, más oscuro.



Las evidencias de grandes cantidades de hielo son visibles desde una latitud de 85º N hasta el polo, con depósitos más pequeños esparcidos en los 65º N, los investigadores creen que el polo S también tiene hielo, pero la órbita de Messenger aún no les ha permitido obtener mediciones exhaustivas de esa región.

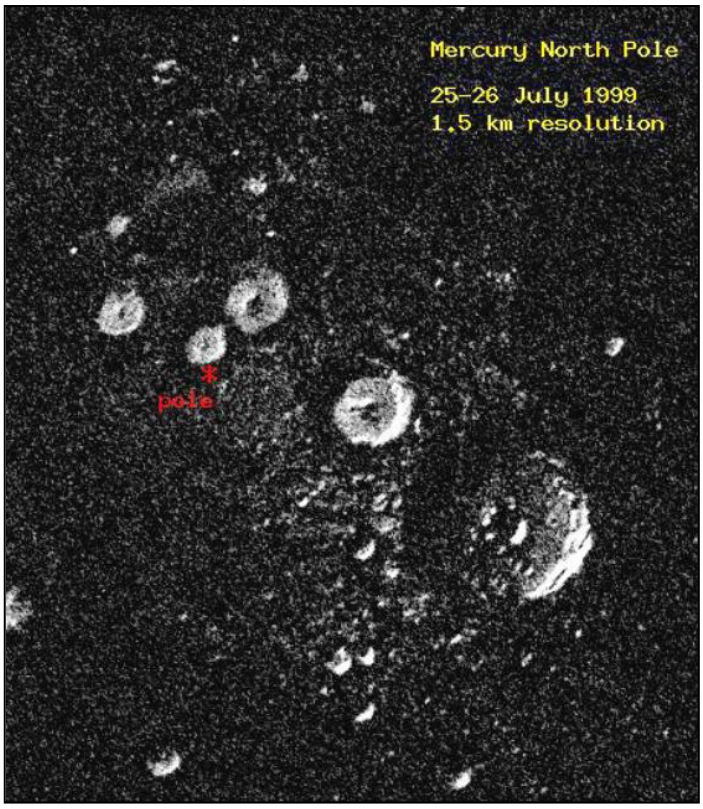


El equipo de Messenger esperaba encontrar hielo de H_2O en Mercurio, ya había establecido un vínculo entre las regiones permanentemente sombreadas en el planeta y los puntos brillantes de radar vistos desde la Tierra, todo lo que tenían que hacer los investigadores era apuntar sus instrumentos al punto correcto, buscar regiones brillantes y luego medir su temperatura y composición, el espectrómetro de neutrones del Messenger detectó Hidrógeno, que es el mayor componente del H_2O, para ello, la sonda Messenger rebota rayos láser, cuenta partículas, mide rayos gama y recopila otros datos en forma remota desde órbita captando así la mezcla de materiales oscuros volátiles (tales como los compuestos orgánicos) con el hielo, los nuevos datos indican que el hielo de agua en las regiones polares de Mercurio tendría más de 3,2 Km de espesor.

Los científicos creen que el material orgánico (que es cerca de dos veces más oscuro que la mayor parte de la superficie de Mercurio) es probablemente una mezcla de componentes orgánicos complejos, que llegaron a Mercurio por el impacto de cometas y asteroides, el hielo se evaporó y luego se volvió a solidificar donde estaba más frío, dejando depósitos oscuros sobre la superficie, en los puntos más fríos, el H_2O estaba sobre la superficie, pero en zonas levemente más calurosas, donde el hielo se podría haber derretido, el H_2O estaba cubierta de un material oscuro con una menor concentración de Hidrógeno.

Dicho material oscuro podría ser la clave para explicar cómo el H_2O llegó a ese lugar, el hallazgo de material orgánico en un planeta interior del Sistema Solar podría arrojar luces sobre cómo comenzó la vida sobre la Tierra y cómo podría evolucionar la vida en planetas más allá del Sistema Solar.

En 1991, los astrónomos enviaron señales de radio desde la Tierra a Mercurio y recibieron resultados que mostraban que podría haber hielo en ambos polos, esta idea fue reforzada por mediciones realizadas en 1999 usando el haz de microondas del Observatorio de Arecibo en Puerto Rico y las imágenes de radar recibidas por el Very Large Array (VLA) mostraban áreas blancas que los investigadores sospecharon que era hielo de H_2O.



Luna

Hasta el año 2009 se debatió en la comunidad científica la posible existencia de H_2O en la Luna, el ambiente lunar que hace casi imposible su presencia, a no ser en forma cristalizada y microscópica en las rocas, la existencia de H_2O líquida es prácticamente imposible, ya que en la mayor parte de la superficie lunar las temperaturas suelen superar los 100 °C (temperatura a la cual el H_2O cambia a gas) esto y la falta de una atmósfera implican que toda H_2O expuesta al ambiente lunar típico se sublime y que sus moléculas se fuguen hacia el espacio.

Luna-24

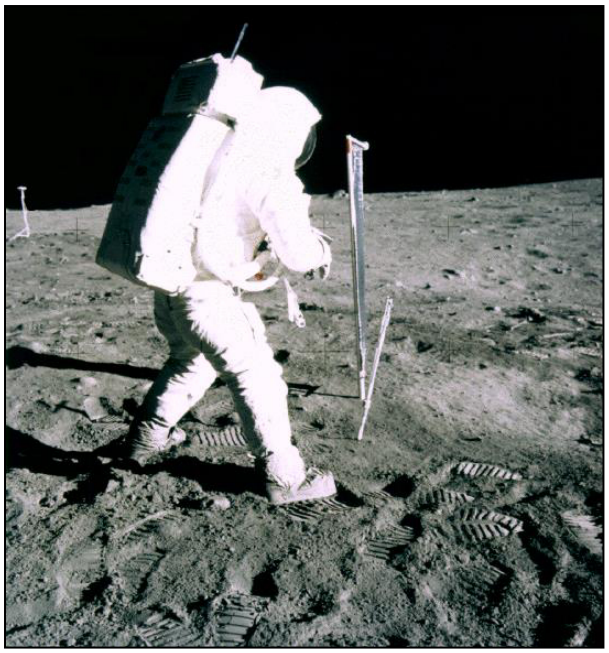
Los soviéticos consiguieron sacar sus propias conclusiones, encontrando evidencias de H_2O en rocas lunares en 1976, cuando la sonda Luna-24 (sería la tercera y última nave de la serie de sondas que lograría la hazaña de traer muestras de suelo lunar a la Tierra de forma automática las otras dos fueron la Luna-16 y la Luna-20) perforó unos 2 m de la superficie, extrajo 300 gr. de roca y regresó a la Tierra.

Científicos del Instituto de Geoquímica y Química Analítica Vernadsky se dedicarían a investigar las propiedades de los tres conjuntos de muestras, para su sorpresa, cuando se realizó un análisis espectroscópico en IR (3 micras) del regolito lunar traído por el Luna-24 detectaron la presencia de H_2O, solo el 0,1% de la muestra era H_2O, así que no descartaron que pudiese tratarse de algún tipo de contaminación, aunque habían tomado todas las medidas posibles para evitarla.

El resultado fue publicado en 1978 en una revista científica especializada rusa denominada Geokhimiia, incluso en inglés, pero como ocurrió comúnmente en esta época debido a la carrera espacial, éste hallazgo fue completamente ignorado en occidente.

Apollo

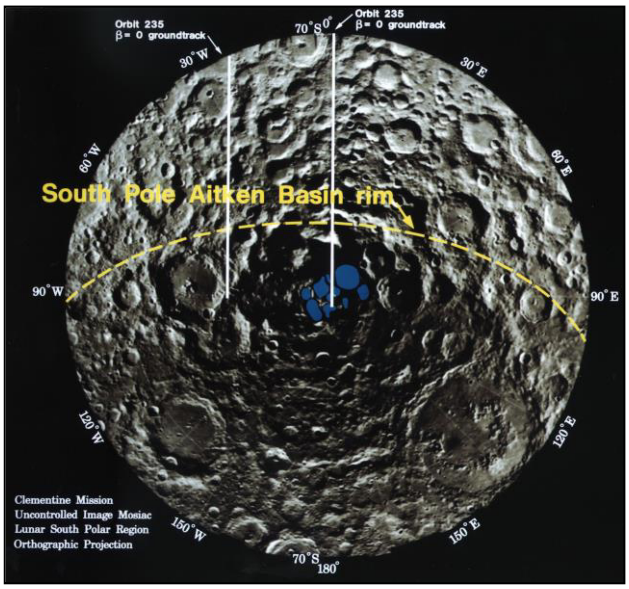
Armstrong y Aldrin, trajeron H_2O de la Luna sin saberlo, un nuevo estudio de suelo lunar recogido en 1969 por el comandante del Apolo-11 ha encontrado pequeñas cantidades de H_2O en las muestras, el elemento tiene una composición diferente al H_2O de la Tierra y está encerrado en pequeños cristales dentro de las muestras de superficie lunar.

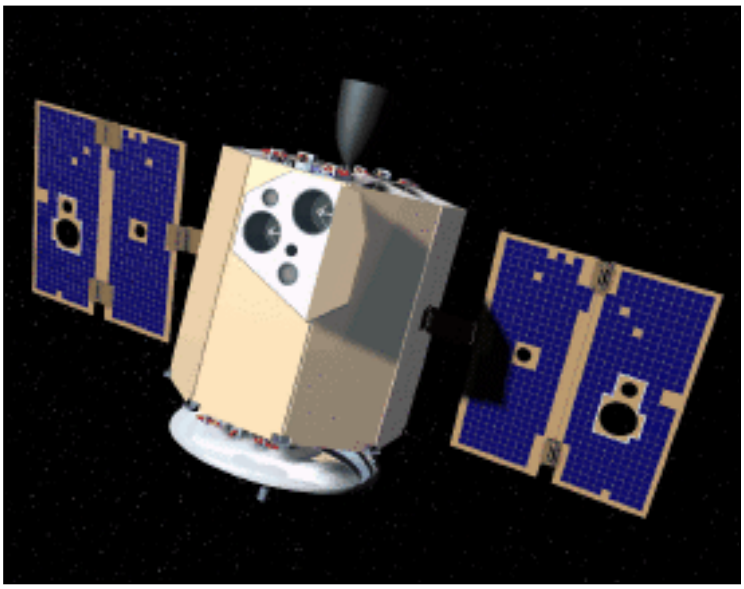


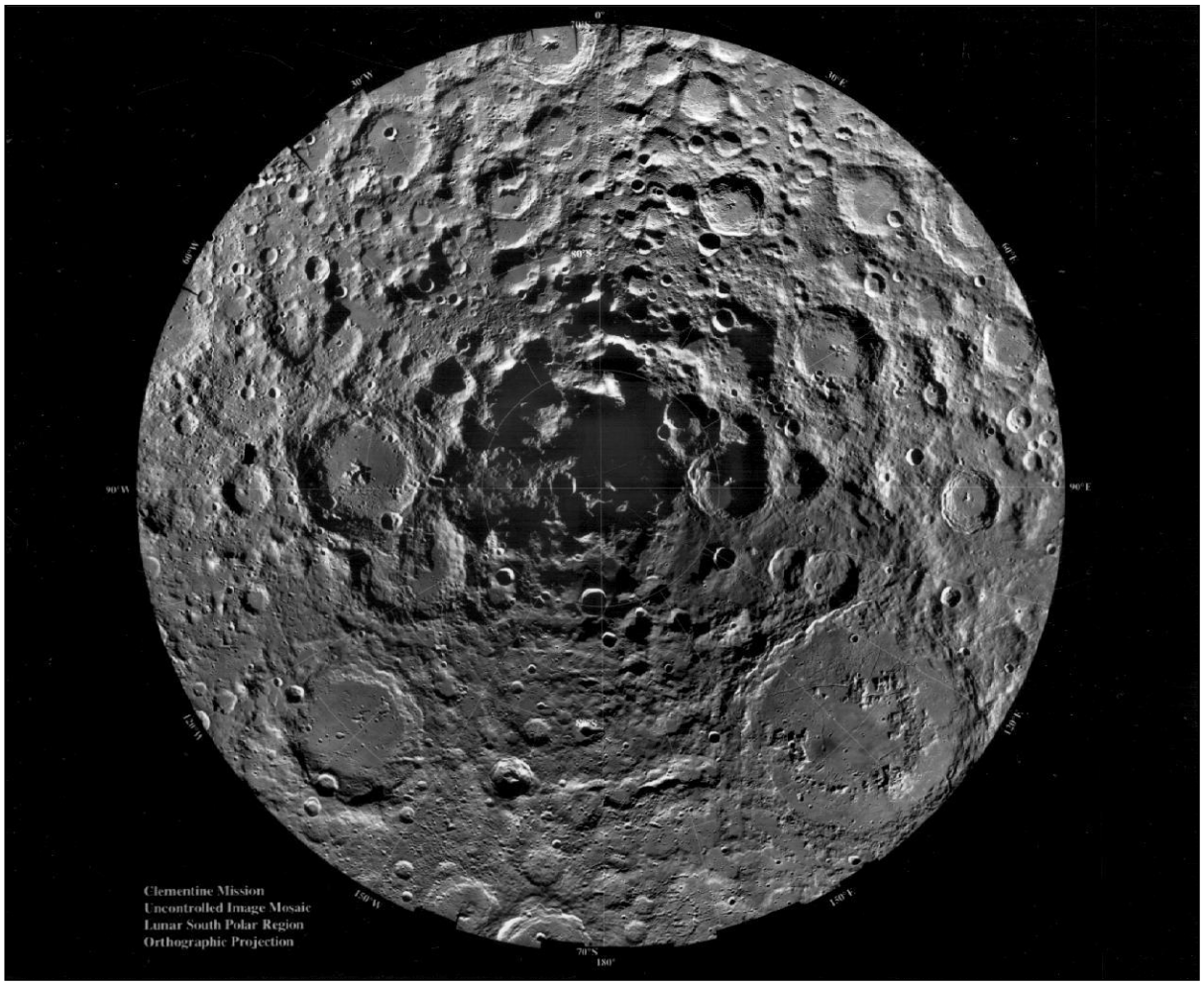
Un equipo científico analizó las muestras con un espectroscopio IR para detectar la cantidad y tipo de Hidrógeno y con un espectrómetro de masas para medir la cantidad de Deuterio en las muestras, la escasez de este último elemento en la tierra analizada apuntaría a que el H_2O tiene un origen solar, ya que el Sol se quedó sin este elemento en una etapa muy temprana de su vida. Las muestras contienen entre 70 y 200 partes por millón de H_2O, según los resultados, publicados en la revista Nature Geoscience, también posee una enorme escasez de Deuterio, lo que apunta a que el H_2O lunar está hecha a base de átomos de Oxígeno locales y átomos de Hidrógeno llegados en el viento solar, al impactar el viento con el regolito los dos átomos se unen formando la unión OH, o grupos hidroxilo, el H_2O lunar, el material analizado se conoce como vidrios de impacto o aglutinados (producidos por la caída de asteroides sobre la roca lunar) los aglutinados componen una gran proporción de los suelos lunares, por lo que se encuentra ante una abundante reserva de H_2O en el regolito lunar, además esa reserva atrapada en los cristales minerales de la Luna se encuentra cerca del ecuador, donde recogieron sus muestras las misiones Apollo, lo que aporta nuevos datos sobre la presencia de H_2O en el satélite.

Clementine

En 1996, el equipo de la sonda Clementine, denominada oficialmente D.S.P.S.E (Deep Space Program Science Experiment) anunció el descubrimiento de H_2O en forma de hielo en el fondo del cráter Aitken, sometido a sombras perennes debido a su profundidad y a las altas paredes que lo rodean y dio indicaciones positivas de hielo de H_2O en una de las depresiones frías conocida como Cráter Shackleton (polo S lunar) no obstante, algunos científicos cuestionaron la validez de esos datos, basándose en registros de radares terrestres.



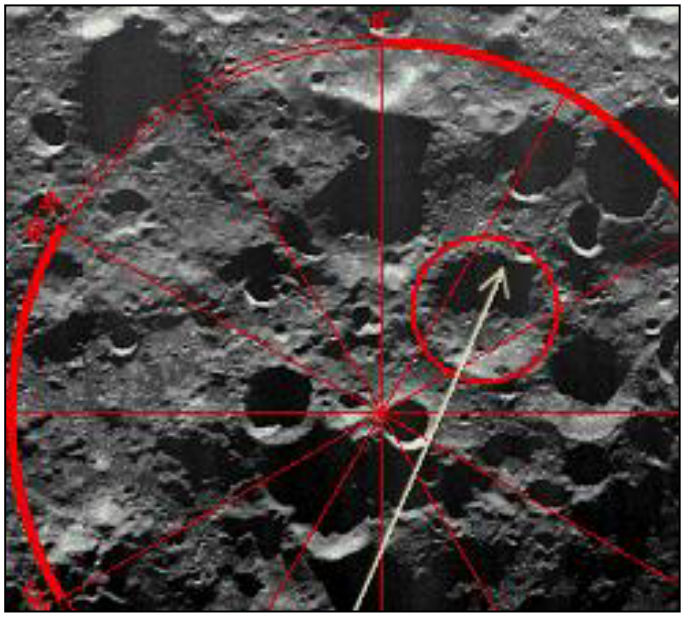


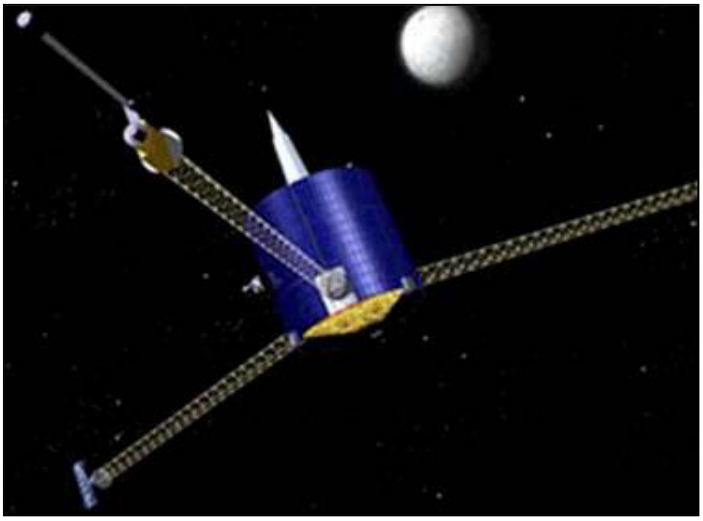


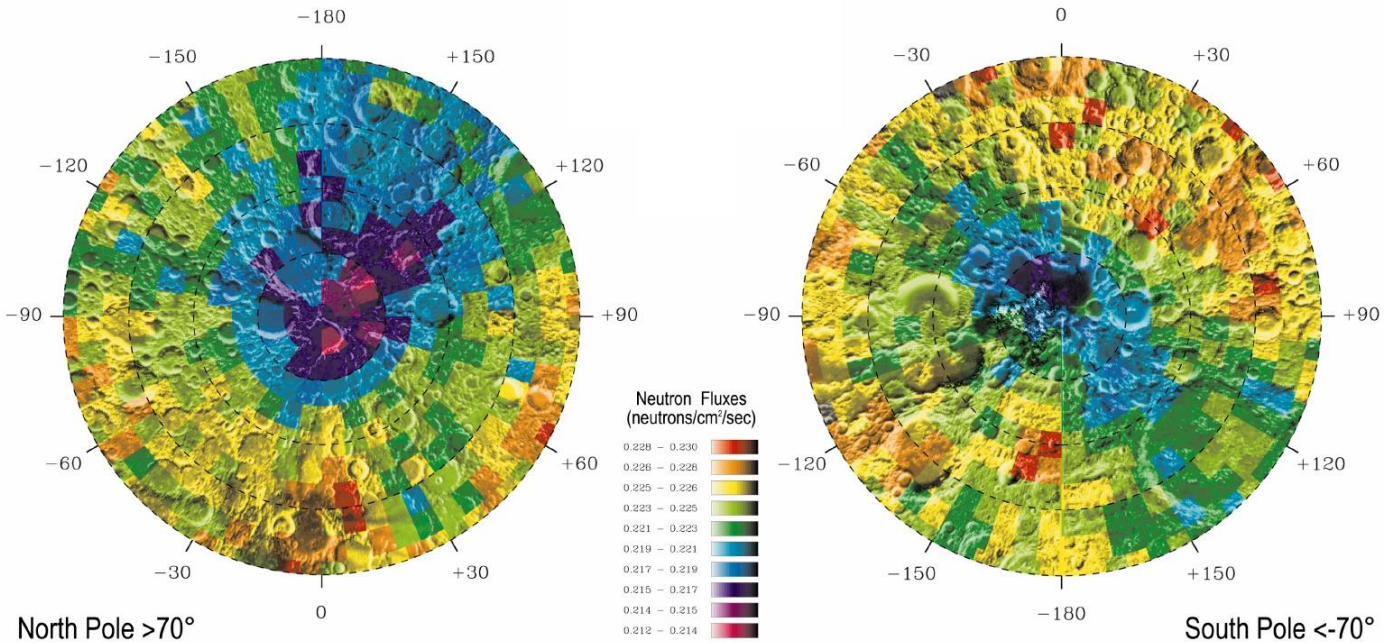
Lunar Prospector

En 1998 debido a que la sonda Lunar Prospector detectó imprevistas presencias de Hidrógeno en los polos lunares, una hipótesis para explicar tal fenómeno es que ese Hidrógeno esté en forma de H_2O y que algunos impactos cometarios en las zonas polares puedan haber creado cráteres donde no llega la luz Solar.

En esos cráteres quizás pudiera encontrarse H_2O congelada (H_2O exógena) en el interior de los cráteres polares nunca llega la luz solar, permanecen en eterna oscuridad y la temperatura jamás sube de los 240 °C, el 06-03-1998 la sonda Lunar Prospector envió datos a la Tierra anunciando la más que probable existencia de H_2O helada en los cráteres de ambos polos de la Luna, este hallazgo abrió una nueva era en los viajes a la Luna y hizo pensar en la posibilidad de establecer bases lunares; una vez finalizada su etapa de investigación, Lunar Prospector se estrelló de forma controlada el 31-07-1999 a una velocidad de 6000 Km/h contra una zona de sombras próxima al polo S, con la finalidad de detectar vapores de H_2O provenientes de acumulaciones de hielo, los observatorios terrestres que estaban preparados para analizar la caída de la sonda no detectaron resultados positivos, quizás debido a que la nave no impactó donde estaba previsto.

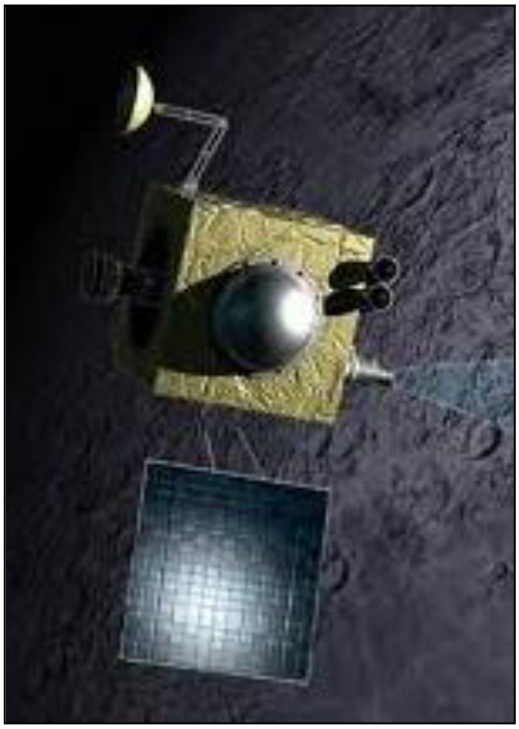


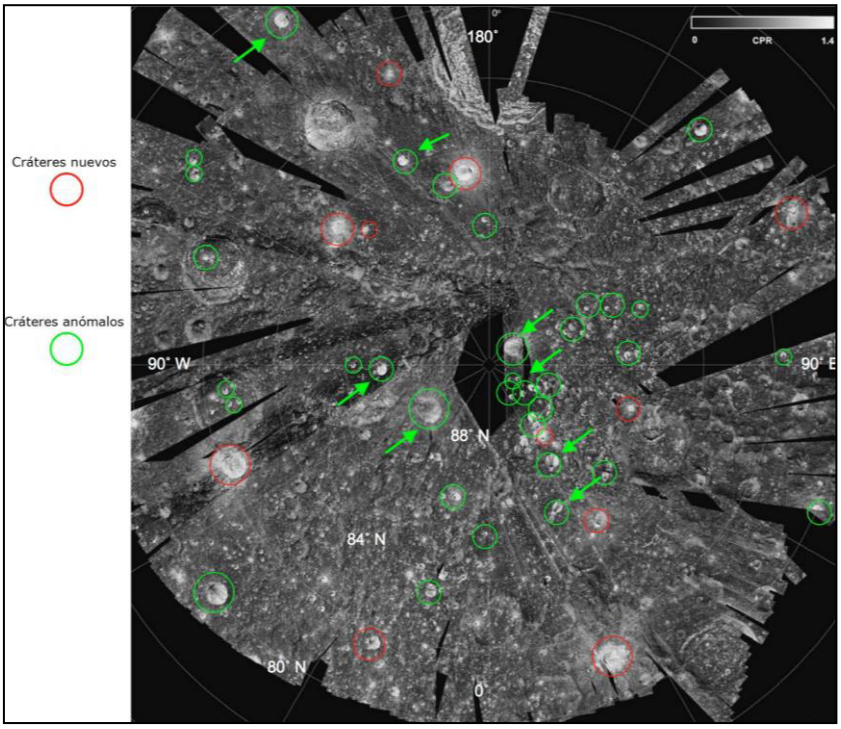


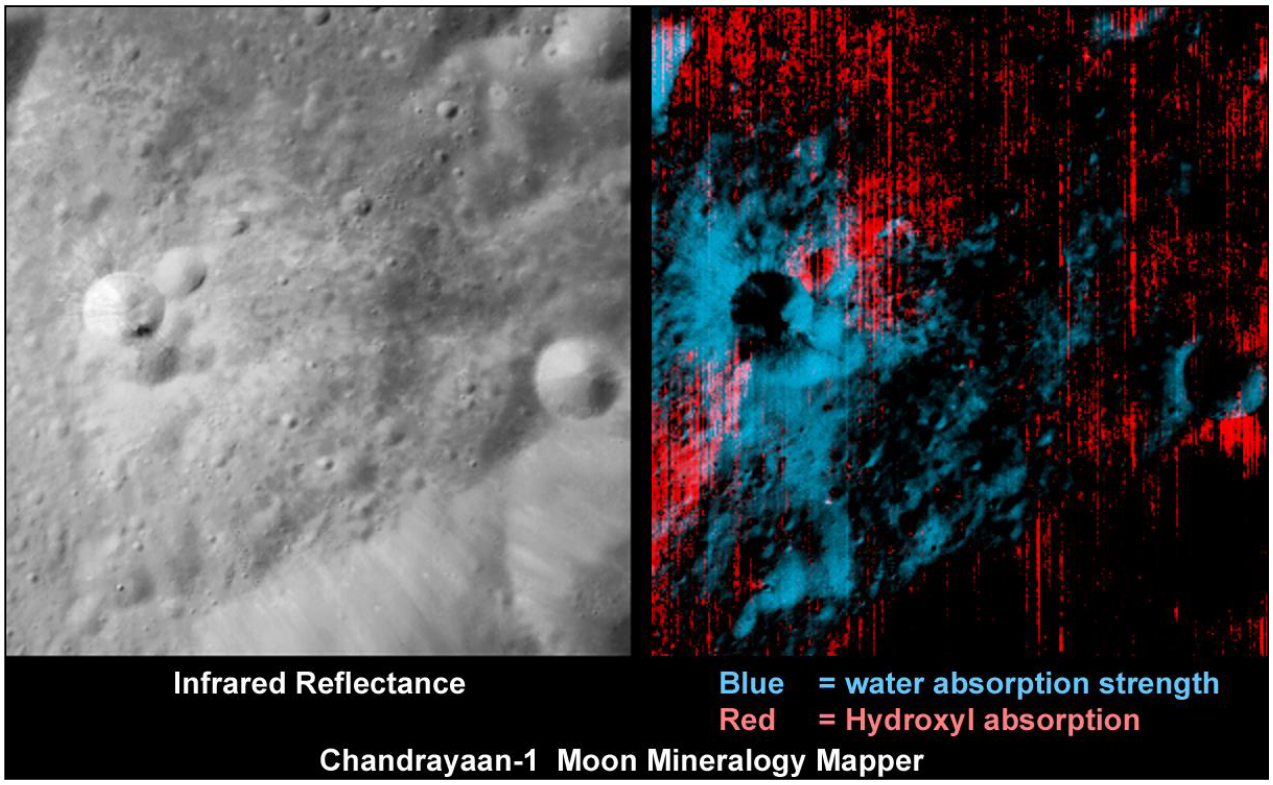


Misión Chandrayaan-1

El 24-09-2009, la India reportó que su primera nave de exploración lunar, Chandrayaan-1 utilizando el equipo de la NASA que llevaba a bordo Moon Mineralogy Mapper, encontró evidencias de una importante cantidad de H_2O endógena (no procedente de otros astros) por debajo de la superficie de la Luna, esta sería en gran parte, producto de las reacciones químicas desencadenadas por las fuertes radiaciones que la Luna recibe, el viento solar durante el día lunar haría que los iones de Hidrógeno presentes en los materiales superficiales selenitas originen hidróxilo (OH) y H_2O, en cuanto al posible hielo lunar algunos científicos sugieren que pudiera haber hasta 300 millones de tn en los cráteres polares que nunca reciben luz ni calor solar.



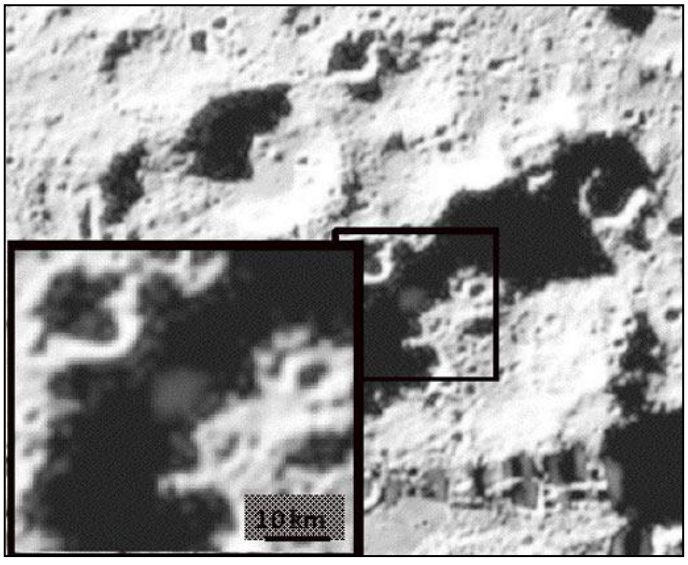


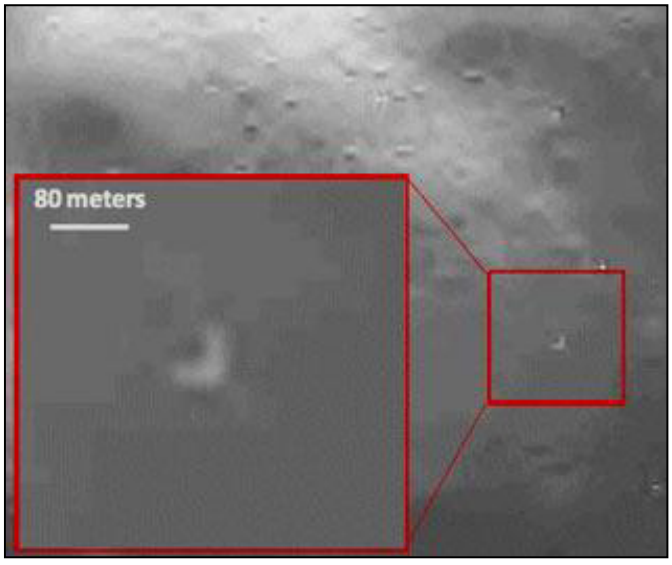


Misión LRO-LCROSS

El 13-11-2009, la NASA anuncia el hallazgo de H_2O en la Luna, cuando, el 09-10-2009 se estrella la sonda LCROSS (Lunar Cráter Observation and Sensing Satellite) como estaba programado, su objetivo principal fue confirmar la presencia de H_2O en el suelo selenita, como parte de los preparativos para el retorno humano; el artefacto formó parte de una misión conjunta en combinación con la LRO (Lunar Reconnaissance Orbiter), sonda a la que LCROSS estuvo unida hasta el momento de ser proyectada contra la superficie lunar y su cohete Centaur en el fondo del Cráter Cabeus en el polo S Lunar, en una operación que buscaba confirmar la presencia de H_2O, la colisión levantó una columna de material desde el fondo del cráter que no había recibido la luz del Sol en millones de años.

Los datos preliminares obtenidos del análisis de los materiales que se levantaron por el impacto de la sonda indicaron que la misión descubrió exitosamente H_2O y este descubrimiento abrió un nuevo capítulo en el conocimiento de la Luna.

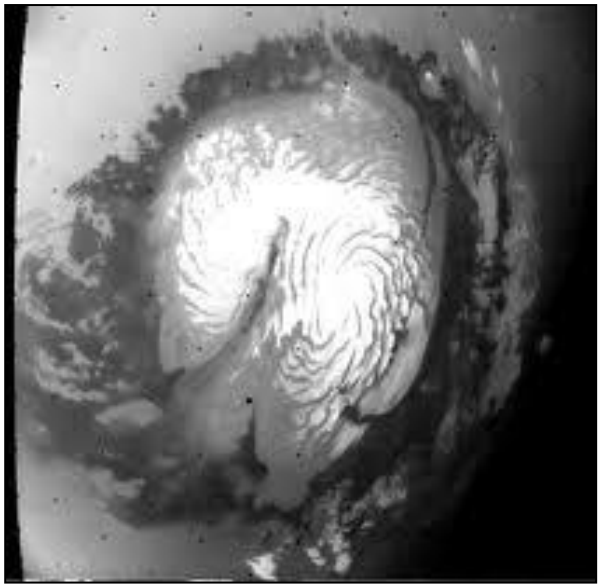


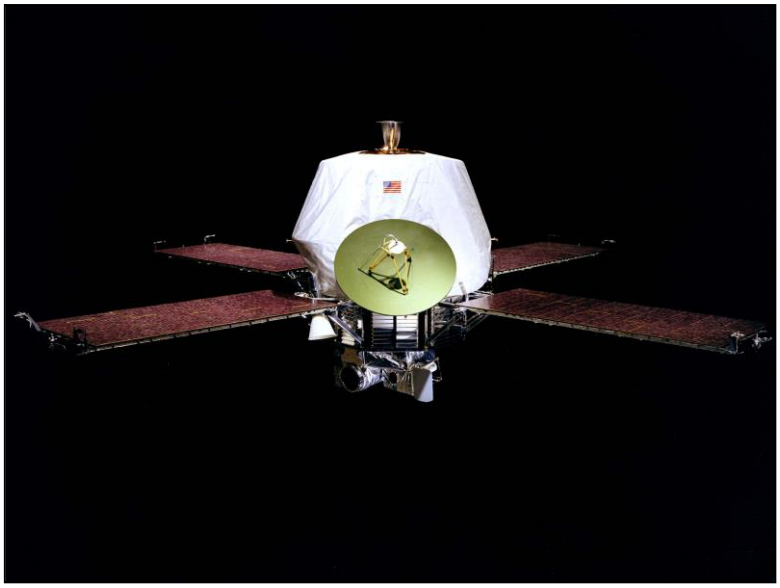


Marte

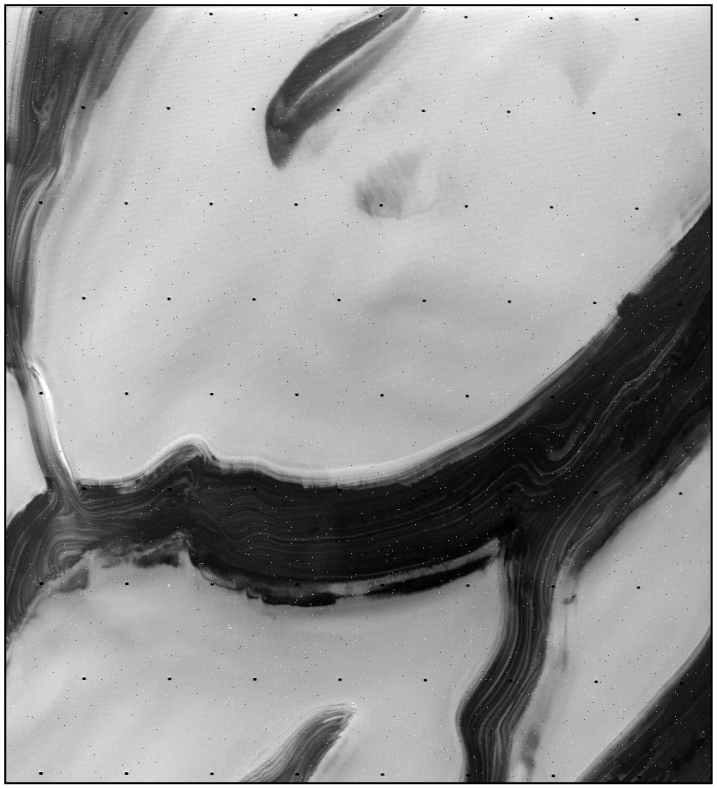
Marte, ha sido un objetivo largamente perseguido en la búsqueda de vida, especialmente desde el descubrimiento de polos con H_2O congelada fotografiados por las primeras naves que orbitaron su superficie, como la Mariner-9 y Viking Orbiter.

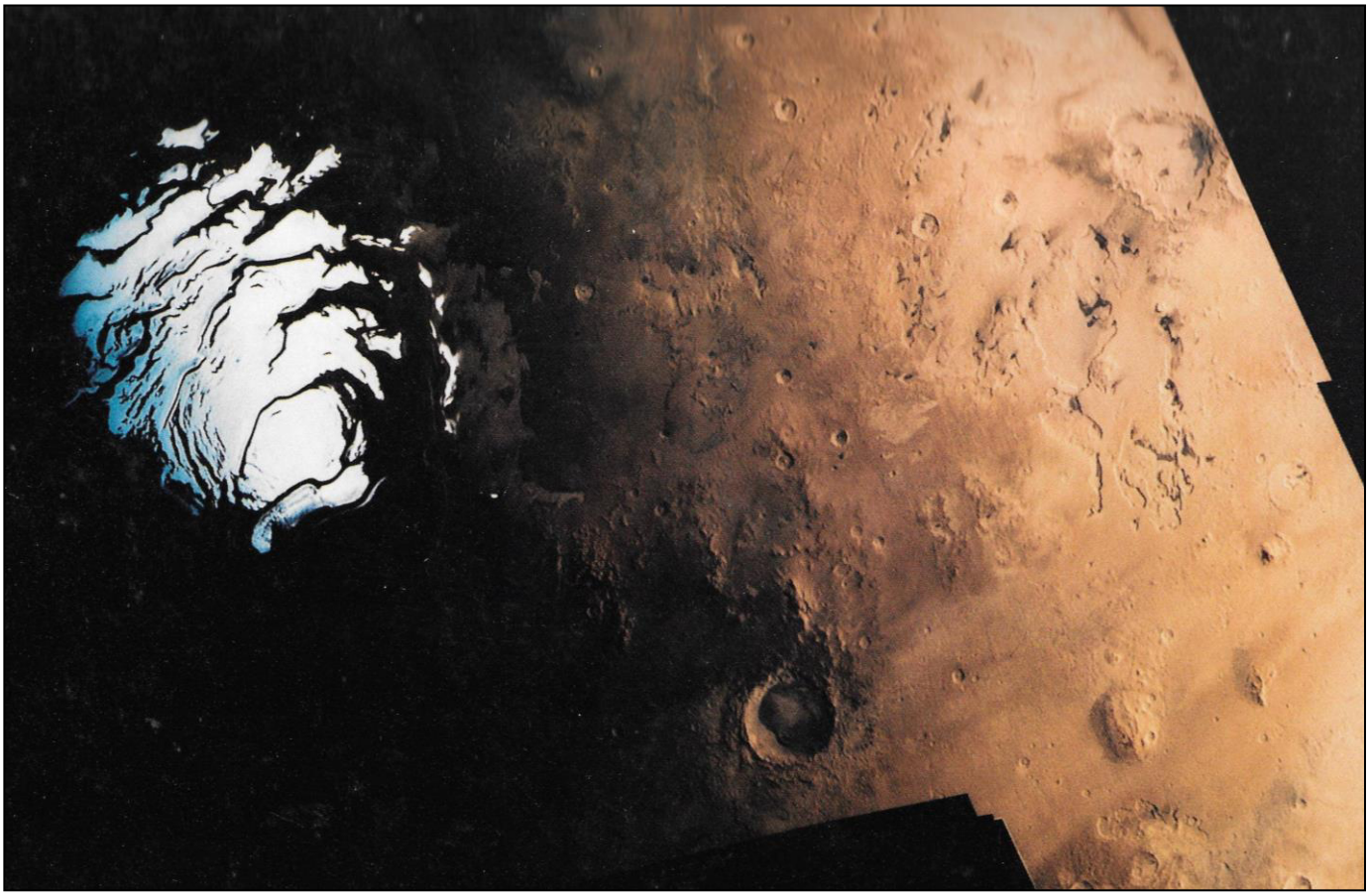
Mariner-9





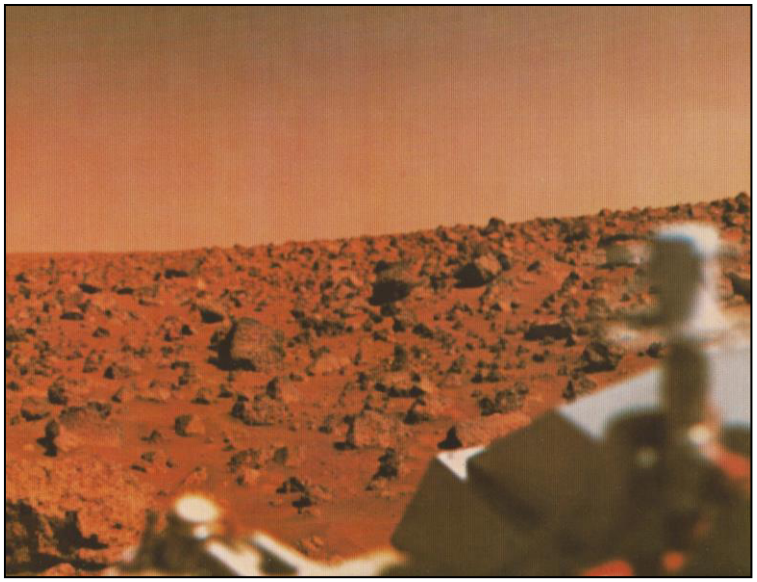
Viking Orbiter

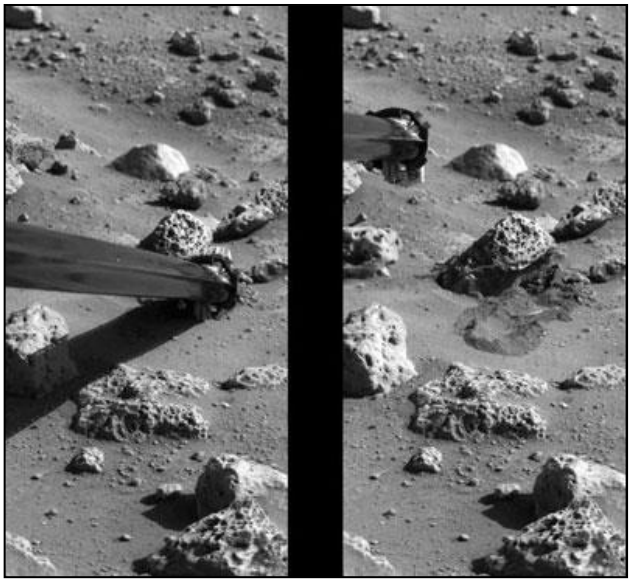




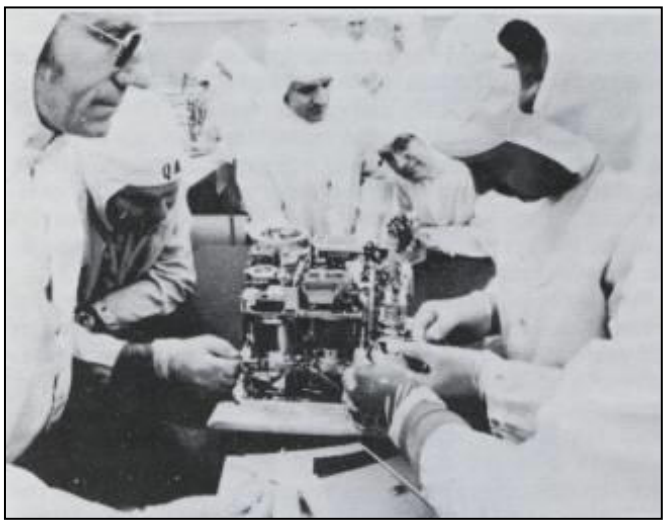
Viking Lander-1 y 2

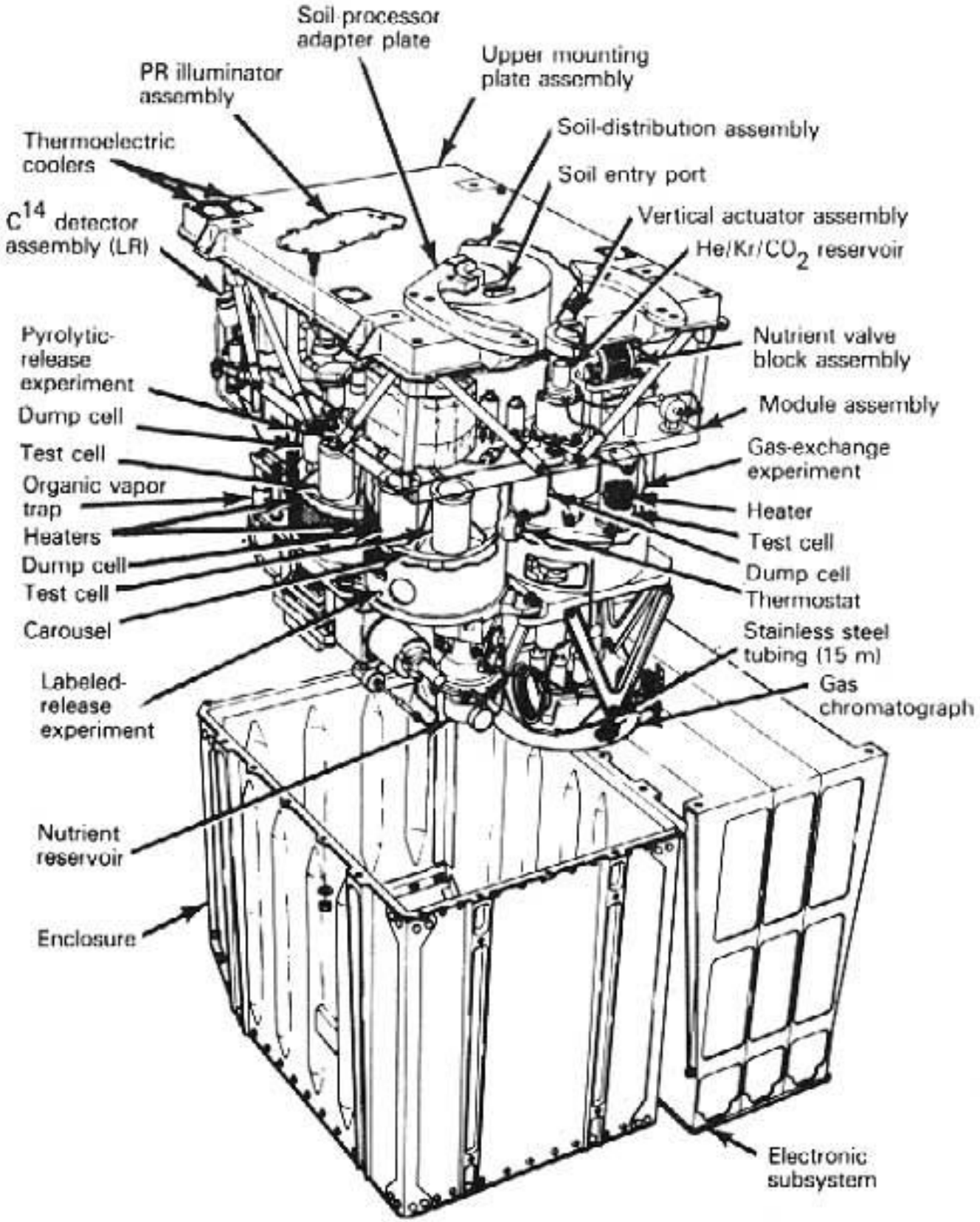
En 1976 amartizaron las naves Viking-I y Viking-II llevando un brazo mecánico para recoger muestras y analizándolas mediante un laboratorio científico a bordo para poder descubrir vida en su superficie.



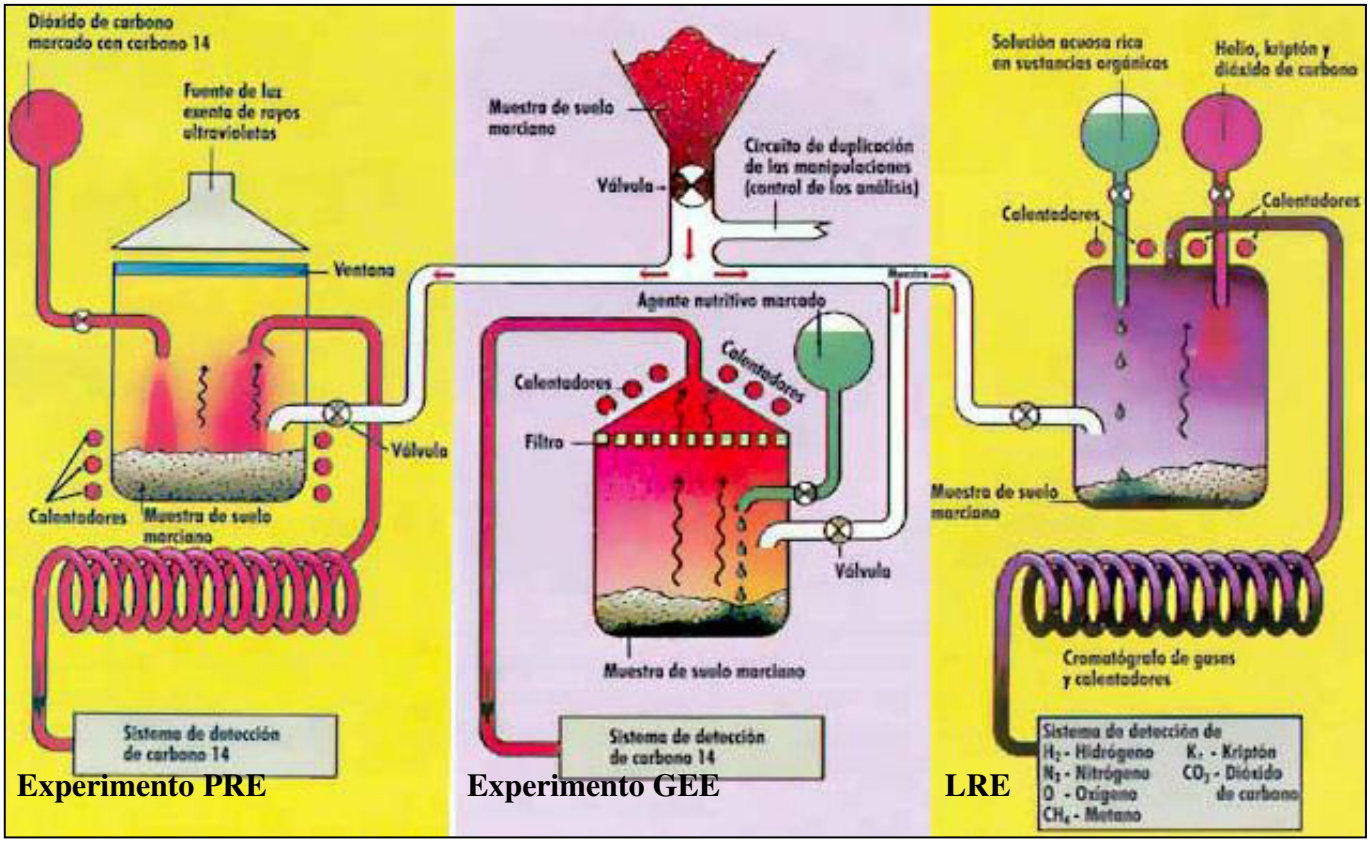


Luego de analizar los resultados de los experimentos biológicos, la comunidad científica fue reservada para calificar que algún proceso biológico existía en la superficie de Marte, se realizaron tres experimentos, el primero usó una muestra de 0,1 gr del suelo recogida por el brazo mecánico introduciéndolo en la incubadora, se trataba del Pyrolytic Release Experiment (PRE) consistía en intentar encontrar procesos de fotosíntesis en las bacterias marcianas, una pequeña muestra de suelo marciano era introducida en una minúscula cápsula hermética, incubándola durante 120 hrs en monóxido y dióxido de Carbono, se encendía entonces una fuente de luz idéntica a la solar en Marte (exceptuando los dañinos rayos UV) los microorganismos marcianos tenían que utilizarla para transformar los óxidos de Carbono en moléculas orgánicas, pasadas esas 120 hrs, el suelo era calentado para liberar los microorganismos y los compuestos orgánicos producidos, la intención era ver si los posibles organismos de Marte creaban materia orgánica a partir de las condiciones atmosféricas proporcionadas por la cápsula artificial, estos gases atmosféricos se combinaron con el suelo; al parecer había algo en la superficie del planeta que había utilizado el Carbono de la atmósfera falsa para producir moléculas orgánicas.



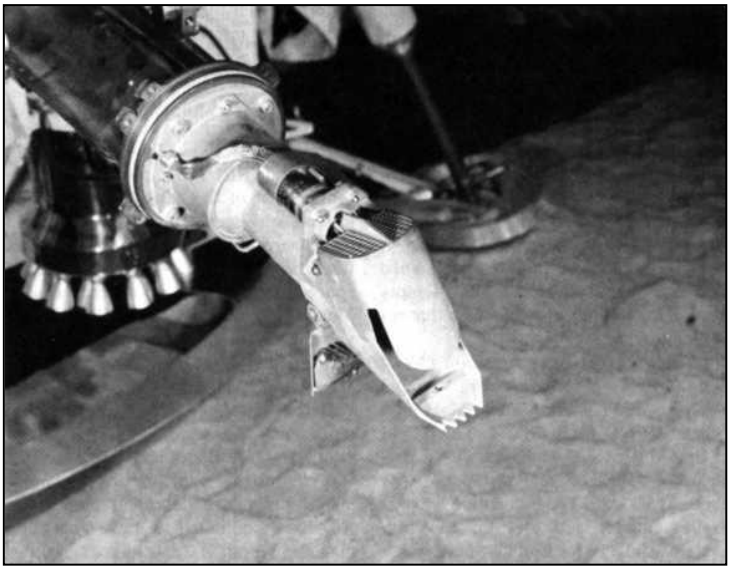

Soil-processor adapter plate
PR illuminator assembly
Upper mounting plate assembly
Thermoelectric coolers
Soil-distribution assembly
Soil entry port
C^{14} detector assembly (LR)
Vertical actuator assembly
$He/Kr/CO_2$ reservoir
Pyrolytic-release experiment
Nutrient valve block assembly
Dump cell
Module assembly
Test cell
Gas-exchange experiment
Organic vapor trap
Heater
Heaters
Test cell
Dump cell
Dump cell
Test cell
Thermostat
Carousel
Stainless steel tubing (15 m)
Labeled-release experiment
Gas chromatograph
Nutrient reservoir
Enclosure
Electronic subsystem

En el segundo experimento Labeled Release Experiment (LRE) se usó para la muestra un caldo orgánico para que los posibles microorganismos existentes en dicha muestra emitieran dióxido de Carbono a causa del metabolismo de este compuesto, éste resultado fue en principio negativo, ya que en la muestra calentada no aportó ningún resultado válido.



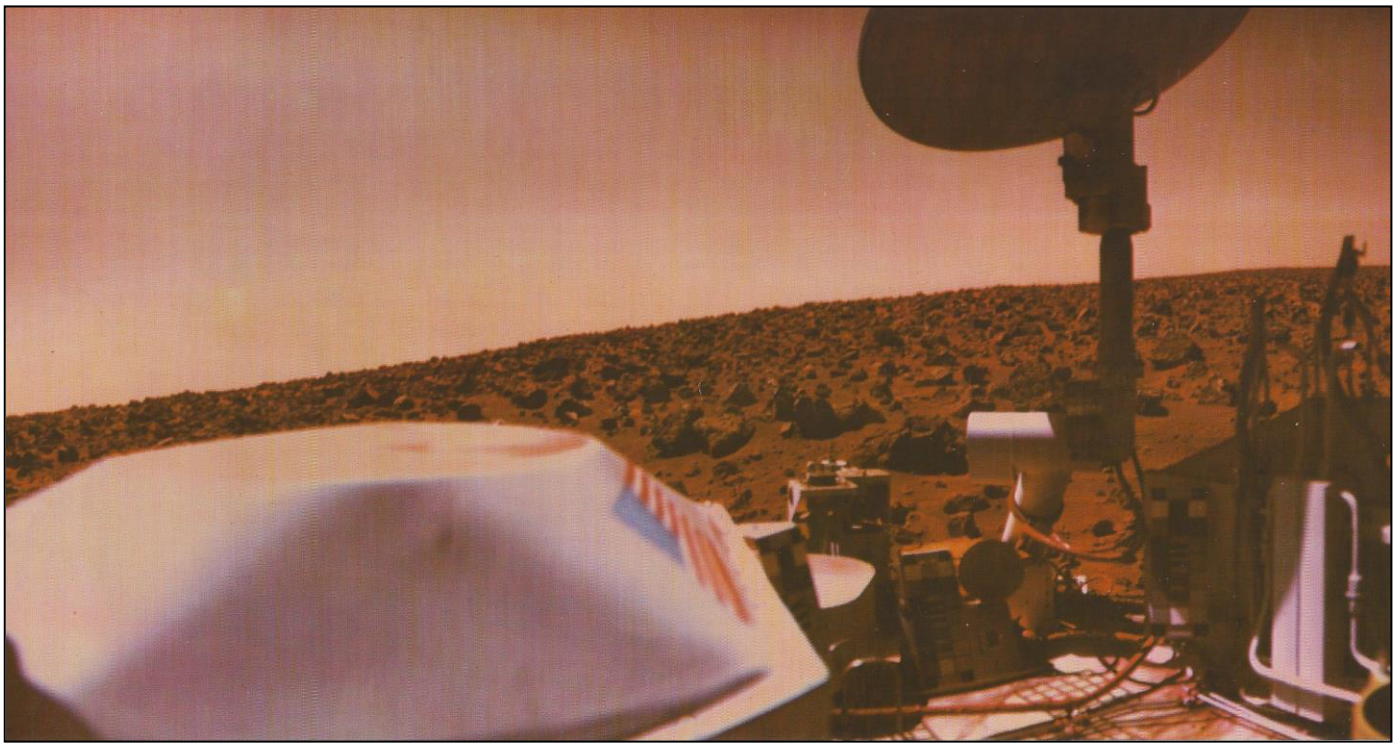
En el último experimento, el Gas Exchange Experiment (GEE) se trató de buscar metabolitos orgánicos, como el Metano, al aportar a la muestra, nutrientes orgánicos con marcado al Ca-14, fue el experimento de mayor duración de los que se realizaron (se prolongó varias semanas en particular, unos 200 días) su misión era medir las posibles variaciones en las tasas de Oxígeno, Carbono, Nitrógeno o Metano en la atmósfera de Marte como consecuencia de los gases que liberarían los posibles organismos del planeta al proporcionarle alimento, un cromatógrafo era el encargado de medir estos cambios minúsculos en la composición atmosférica justo por encima de la Viking, hay que citar también el experimento que utilizó el espectrógrafo de masas de la sonda, empleado para buscar indicios de biología marciana, intentando analizar las moléculas orgánicas que se creía existían en la atmósfera del planeta, se conectaba el espectrógrafo de masas a un recipiente que guardaba una muestra de suelo y se calentaba a una temperatura entre los 200/500 ºC, el detector debería haber captado la expulsión de gases debido a las eventuales moléculas orgánicas de la muestra al ser éstas chamuscadas, por tanto, los científicos disponían de una amplia batería de experimentos biológicos para poder determinar, por su acción directa o indirecta, la presencia en el planeta Marte tanto de pequeños microorganismos como de moléculas orgánicas, era el momento de analizar los resultados obtenidos y extraer las conclusiones oportunas, si es que las había, tanto el experimento PRE como el LRE dieron resultados que se interpretaron como positivos (ambos produjeron emanaciones de CO_2, pero en el primer caso cuando se intentó repetir el proceso el resultado fue negativo.

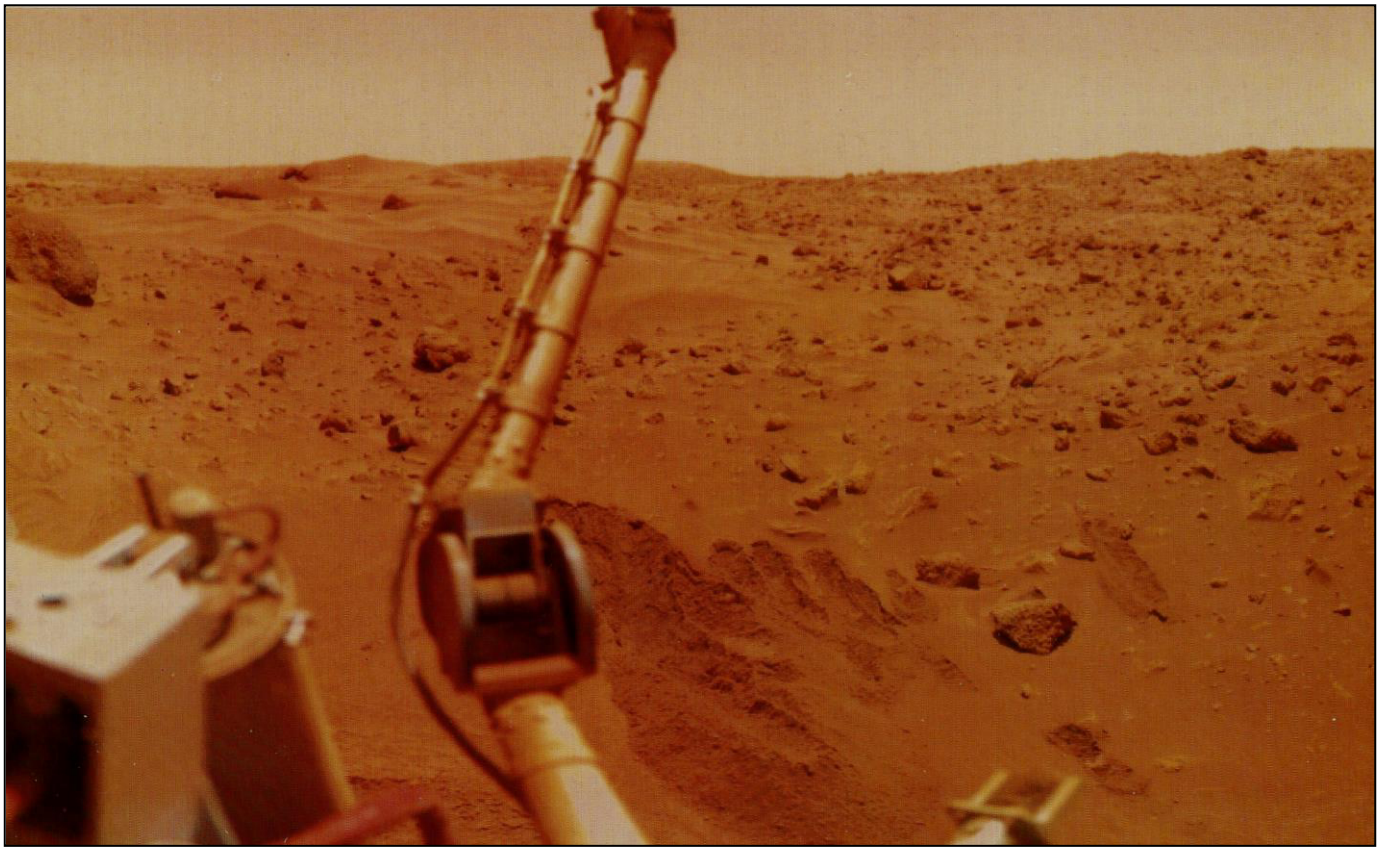
La emisión del CO_2 no siguió durante mucho tiempo, como si los supuestos microbios marcianos se hubieran hinchado de comida y ya no tuvieran más apetito, en el tercero de los experimentos (GEE) la emisión de Oxígeno fue alta, pero tampoco pasó nada posteriormente, si los microbios marcianos existían, no daban muestras de una particular actividad.

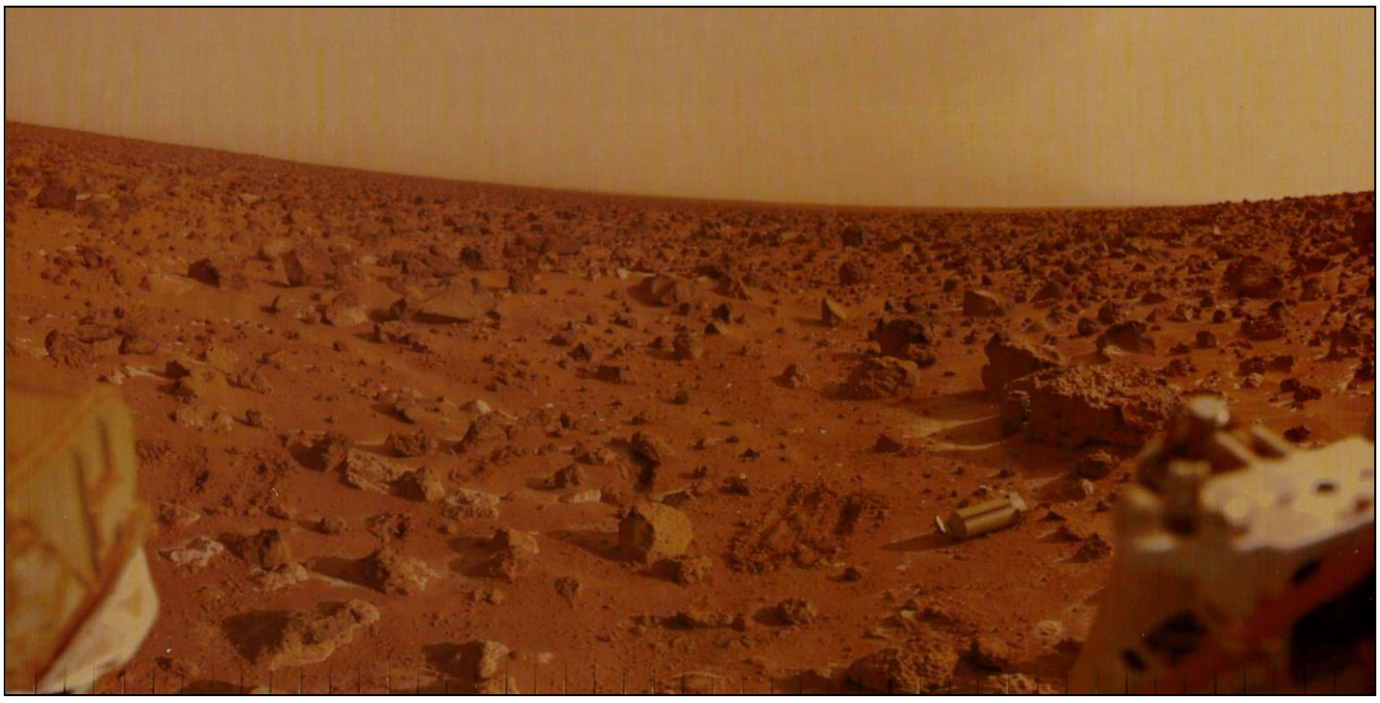


Finalmente, las pruebas realizadas por el espectrógrafo de masas, al calentar varias muestras de suelo marciano hasta una temperatura cercana a los 500 ºC, mostraron que se liberaba vapor de H_2O y dióxido de Carbono (compuestos que se encuentran en la atmósfera del planeta y por tanto era lógico encontrar) pero no se detectó ningún tipo de moléculas orgánicas, como se esperaba (si la había, lo estaría en proporciones menores de una parte por mil millones, es decir, prácticamente nada).

Esto sorprendió a muchos científicos, porque incluso los impactos meteoríticos liberan cantidades apreciables de material orgánico al chocar contra la superficie de Marte, había, un mecanismo desconocido que destruía las moléculas orgánicas, hubo investigadores que propusieron que eran los mismos microorganismos marcianos los que absorbían esta materia orgánica por lo que no sería posible detectarla, sin embargo, la mayoría se mostraron escépticos y pensaron que si había algo (probablemente radiación UV) que destruía las moléculas orgánicas -la base de la vida en la Tierra- era absurdo pensar en encontrar microorganismos ya que éstos son el resultado evolutivo de dichas moléculas, sin moléculas orgánicas no hay microorganismos.



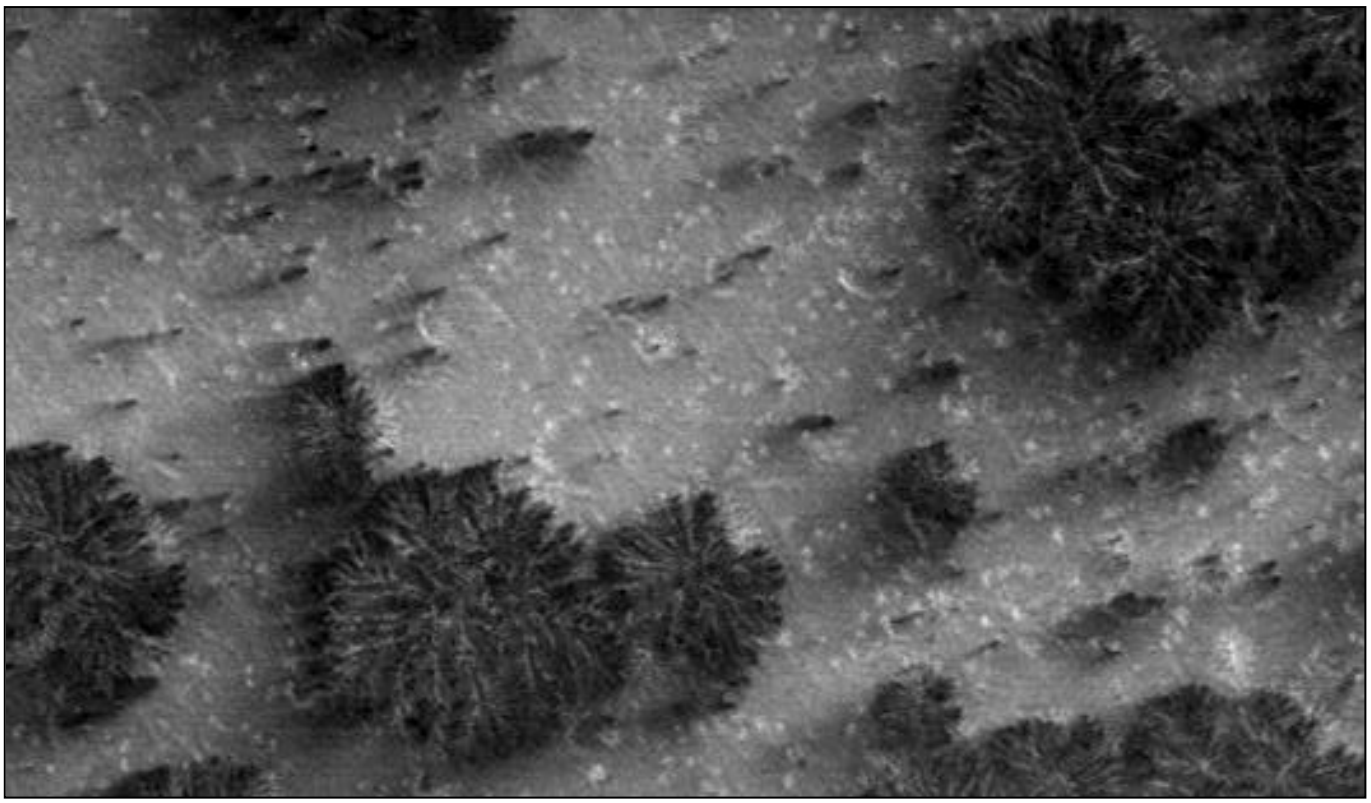




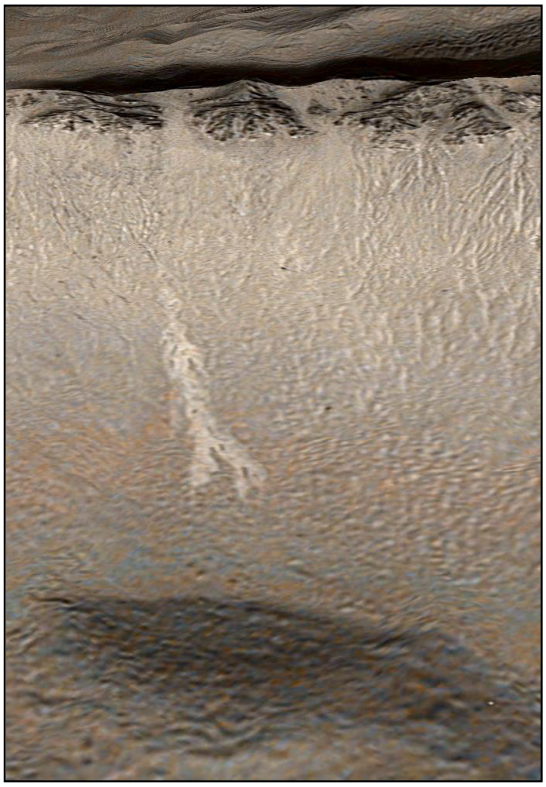
Mars Global Surveyor (MGS)

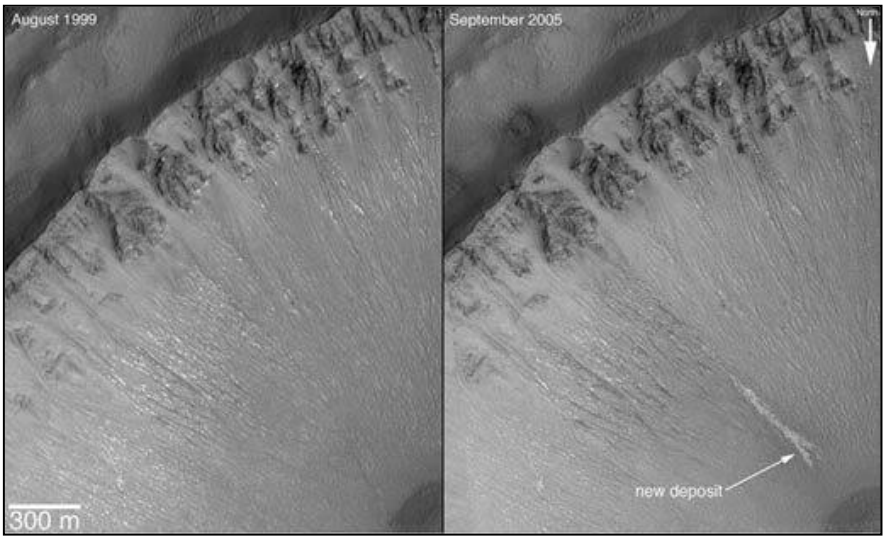
Llegó a Marte el 07-11-1997, siendo la primera nave después de 20 años de inactividad científica en el planeta, mapeó el planeta de forma completa con imágenes de alta resolución y obtuvo importantes descubrimientos como las manchas oscuras debajo de la capa de hielo del polo S marciano.

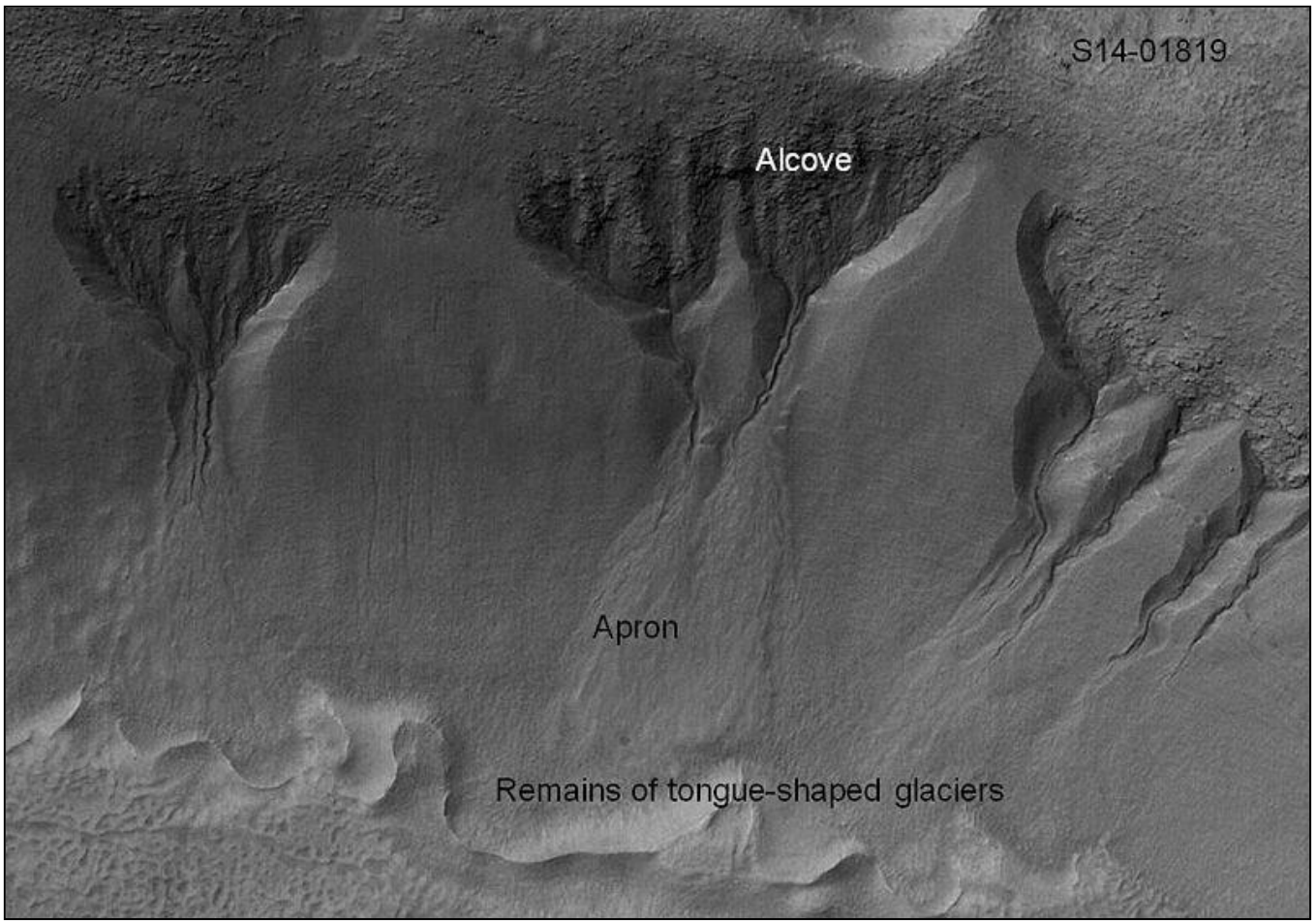
La peculiaridad de estas manchas, es que el 70 % de ellas recurre anualmente en el mismo lugar del año anterior, las manchas de las dunas aparecen al principio de cada primavera y desaparecen al principio de cada invierno, por lo que un equipo de científicos de Budapest propuso que estas manchas podrían ser de origen biológico y de carácter extremófilo, por su parte, los diseñadores de la cámara a bordo del MGS (quienes obtuvieron las imágenes) estiman que las manchas simplemente podrían ser causadas por la evaporación y congelamiento de áreas en el hielo que contienen principalmente CO_2.



También MGS fotografío varios cráteres donde parece caer sobre sus laderas líquido en determinadas épocas o posibles antiguos glaciares que han dejado su marca en los cráteres, la nave terminó su misión oficialmente en 2007; luego de 10 años de cartografiar el planeta, dejo muchas incógnitas del cual seguramente serán develadas en próximas misiones.

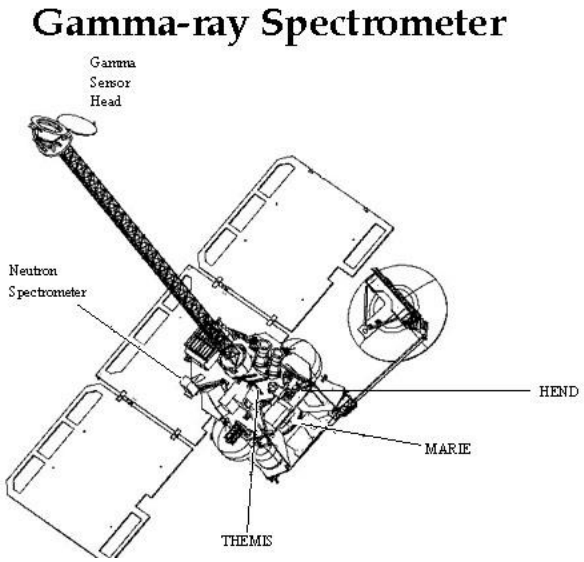






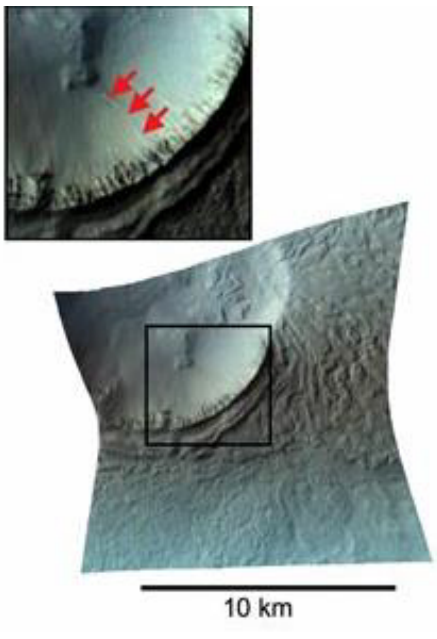
Misión Mars Odyssey

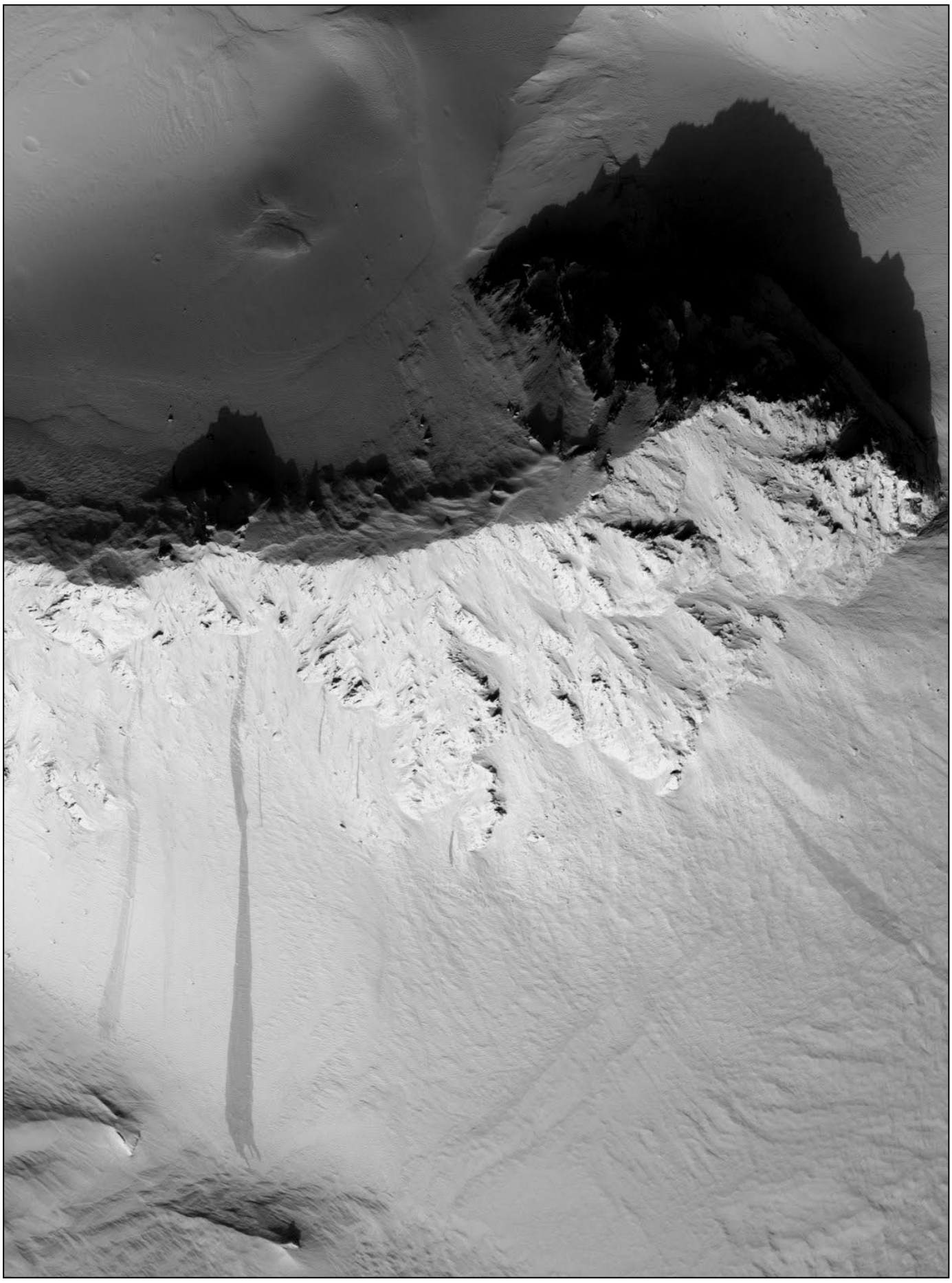
En 2002, la NASA informó que el espectrómetro de rayos γ a bordo de la sonda Odyssey había detectado grandes cantidades de Hidrógeno, un signo de que debe haber hielo situado debajo de la superficie del planeta.



Misión Mars Reconaissance Orbiter (MRO)

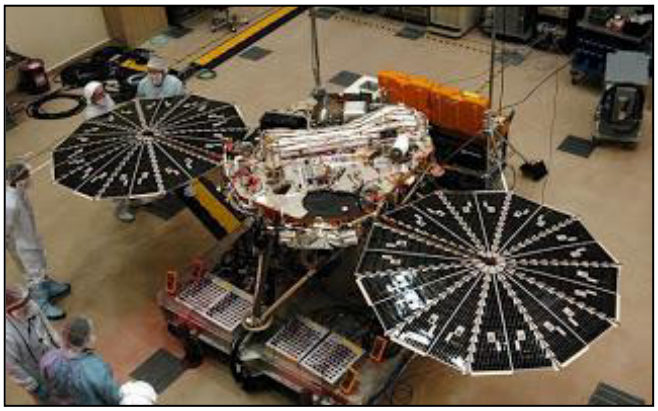
Llegó a Marte el 10-10-2006, llevó entre otros, los instrumentos CRISM (Compact Reconnaisance Imaging Spectrometer Mars) para medir la distribución de humedad, calor, minerales y rastros de H_2O; el MCS (Mars Climate Sounder) para medir la temperatura, humedad y polvo marciano, el SHARAD (Shallow Radar) para rastrear agua helada con una resolución de 3 Km, un acelerómetro de investigación de estructura atmosférica para obtener datos de la atmósfera superior de Marte y la densidad de la atmósfera superior, gracias a las fotos de alta resolución se han descubierto nuevos detalles de la geología marciana, los cuales dieron como resultado el descubrimiento de terreno que indicaba la presencia dióxido de Carbono líquido o H_2O en la superficie en su pasado geológico reciente.

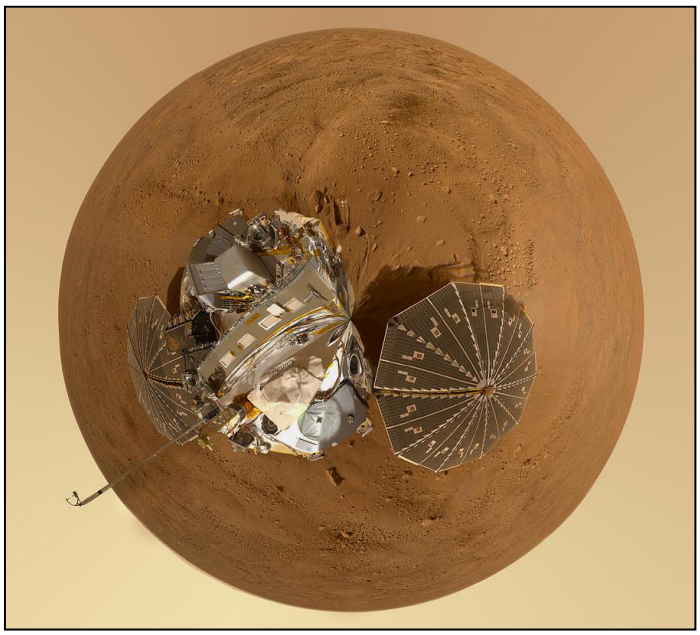




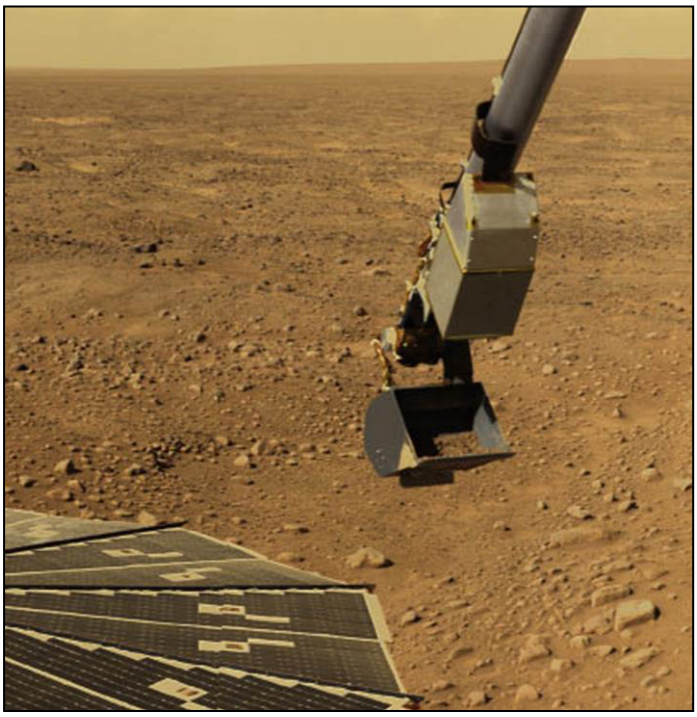
Mars Phoenix Lander (MPL)

Amartizó el 25-05-2008, en una región del polo N de Marte, llevo varios instrumentos para la búsqueda de vida, entre ellos RA, MECA y TEGA.



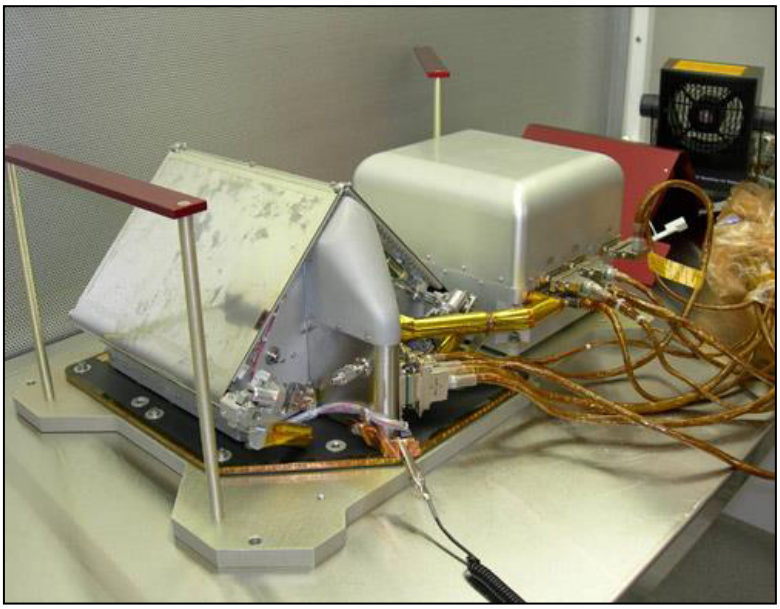


RA (Robotic Arm) Brazo robótico para extraer las muestras del subsuelo marciano y depositarlas en los instrumentos de análisis TEGA y MECA, mide 2,35 m y permite excavar zanjas de 5 cm de profundidad, una capa de hielo se encontró a 4 cm de profundidad, este brazo fue probado con éxito en el Valle de la Muerte ya que se esperaba que la dureza del suelo allí fuera similar a la que se encontraría en la zona de descenso.



MECA (Microscopy, Electrochemistry and Conductivity Analyzer) Realizó estudios complejos de muestras del suelo marciano mediante la disolución de muestras de suelo con H_2O, para determinar su acidez o alcalinidad (pH), el Oxígeno y dióxido de Carbono disueltos y la presencia de ciertos minerales, el análisis se realizó en uno de los 4 recipientes específicos de un solo uso, el instrumento también disponía de microscopios ópticos y atómicos para observar las muestras y también contaba con un sensor en la punta del brazo robótico para realizar análisis de resistencia eléctrica en el interior de la zanja.

TEGA (Thermal and Evolved Gas Analyzer) Espectrómetro de masas que analizaba muestras del suelo calentadas hasta ser volatilizadas en gas, el instrumento constaba de 8 pequeños hornos de un solo uso que volatilizaban muestras del suelo, luego de calentar las muestras, estas eran analizadas por un espectrómetro de masas que determinaba con gran precisión su composición química y de isótopos.

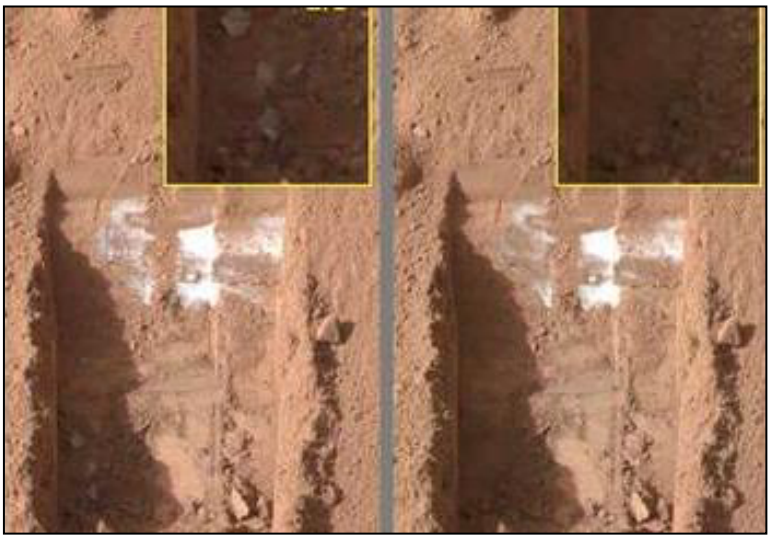


Mars Polar Lander halló metano en la atmósfera del planeta, importante elemento para la vida, además, existen evidencias del pasado cálido y húmedo de Marte, posteriormente se determinó que el suelo (dónde amartizó la sonda) es alcalino, con un pH de entre 8 y 9 (análogo al suelo de la superficie cercana en los valles de la Antártida).

El instrumento TEGA transmitió los resultados de una muestra de suelo que al principio había tenido problemas para introducirlo en su horno, debido a que gran parte de ella se adhería a la pala del brazo robótico, según estos resultados, su contenido era hielo de H_2O, con lo cual, quedó directamente confirmada su presencia en Marte.

Se detectó nieve en la atmósfera marciana, una observación sin precedentes; un instrumento láser concebido para analizar las interacciones entre la atmósfera y la superficie del suelo marciano, detectó nieve proveniente de nubes a 4000 m de altitud sobre la sonda, según las observaciones, los copos de nieve se sublimaron antes de llegar a la superficie, experimentos realizados con los instrumentos de Phoenix, también revelaron rastros de reacciones químicas entre minerales del suelo marciano y H_2O líquida en el pasado, indicando períodos en el pasado de Marte en los cuales corría H_2O líquida por el suelo.

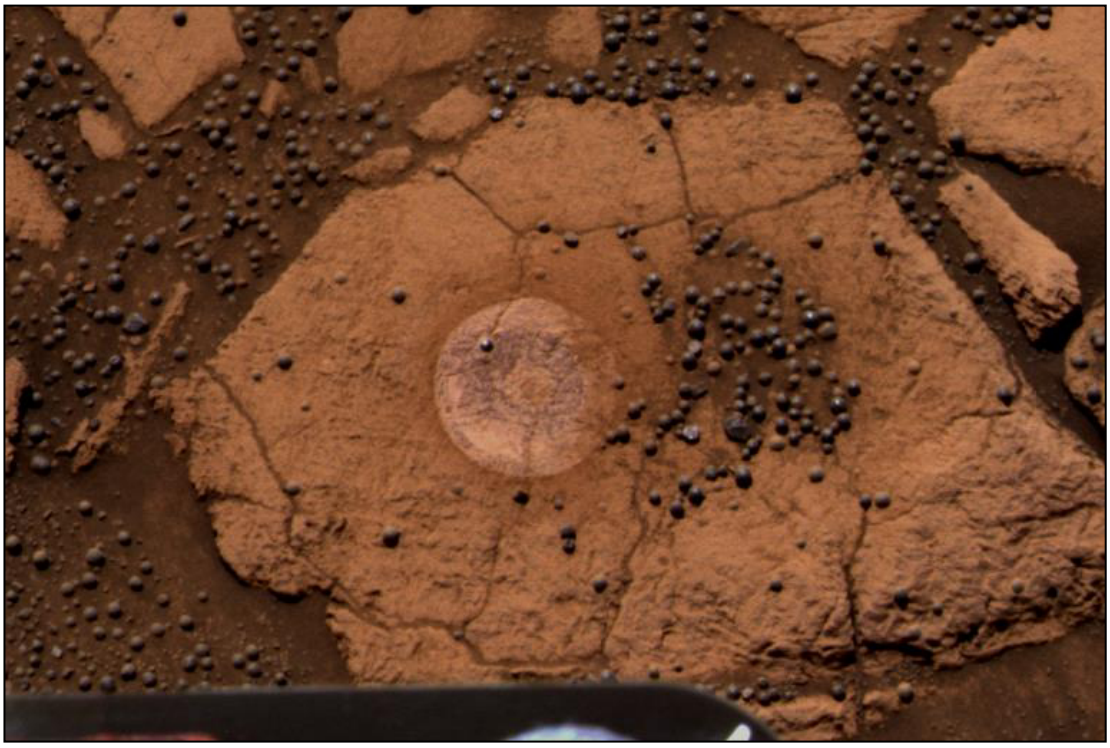
Los datos generados por la sonda Phoenix también sugieren la presencia de carbonato de Calcio, el principal componente de la roca caliza (la mayoría de los carbonatos y arcillas sobre la Tierra se forman con la presencia de H_2O líquida) el análisis de algunas imágenes y datos muestran lo que parecen ser gotas de H_2O líquida salina que salpicaron las patas de la sonda tras su aterrizaje y hielo al cavar con el brazo robótico su superficie.

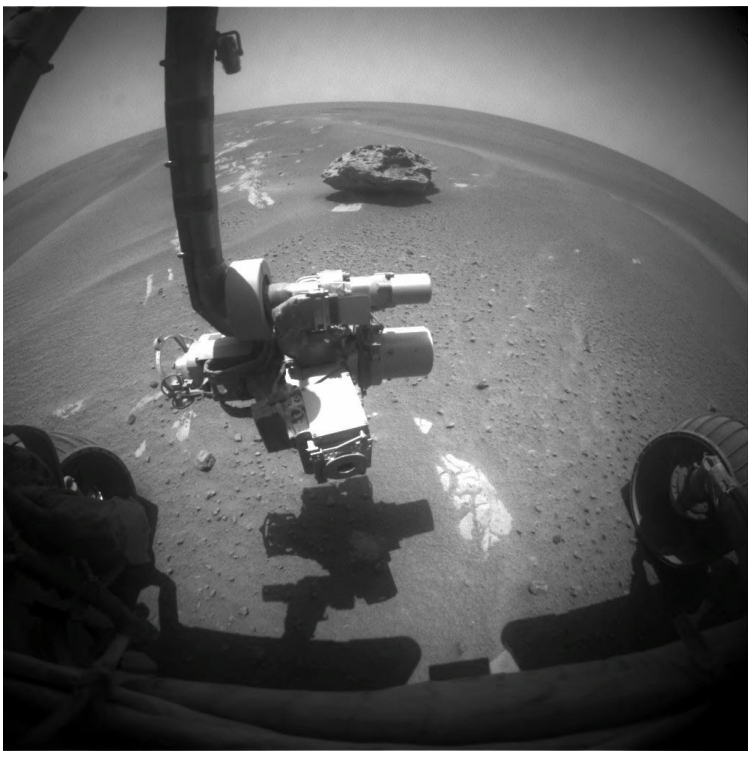


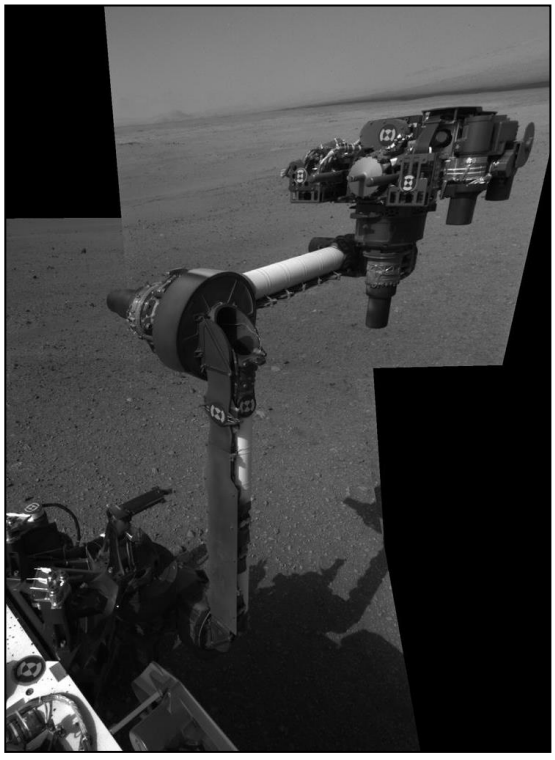
Rovers en Marte

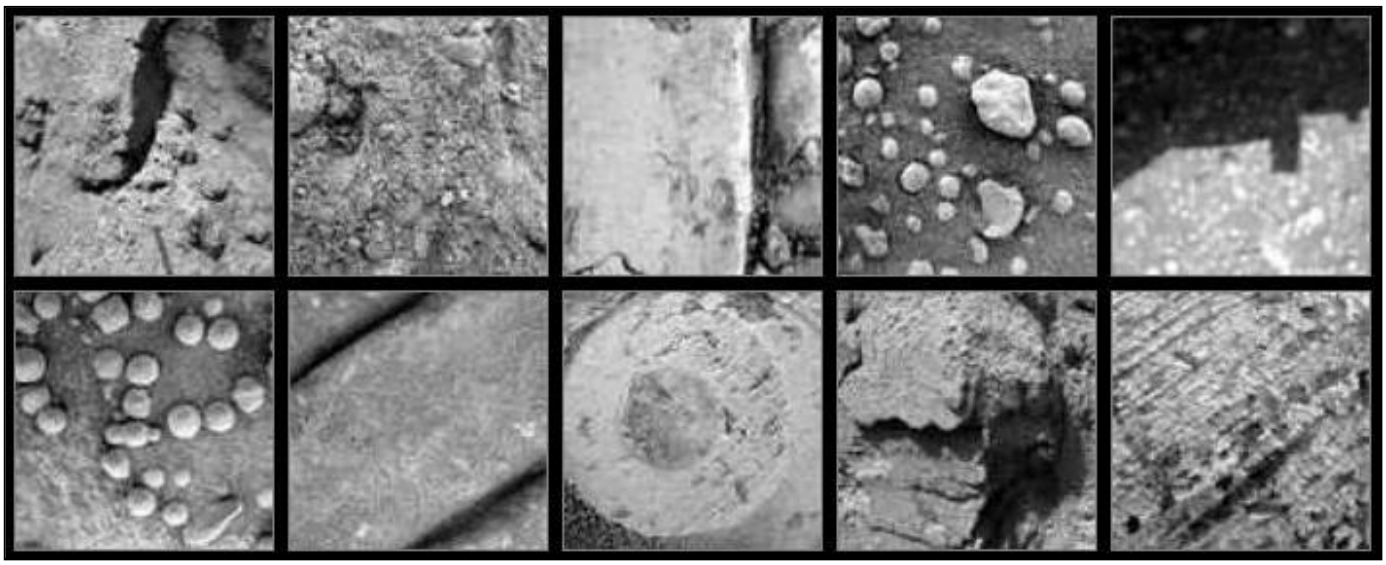
Mars Pathfinder (1997), MER Opportunity y Spirit (2004), Curiosity (2012)

En diferentes años, pero con un mismo objetivo, estos vehículos rodantes (los primeros en Marte) circularon (y aun circulan algunos) metros y Km en búsqueda de H_2O o vestigios de vida perforando rocas para ello utilizaron un brazo robótico y perforadores de diversos tamaños, como también varios equipos para estudiar esa superficie (sin resultados satisfactorios hasta nuestros días), también se encontraron (al igual que las naves Viking) con permafrost en el camino durante sus recorridos por la superficie marciana,



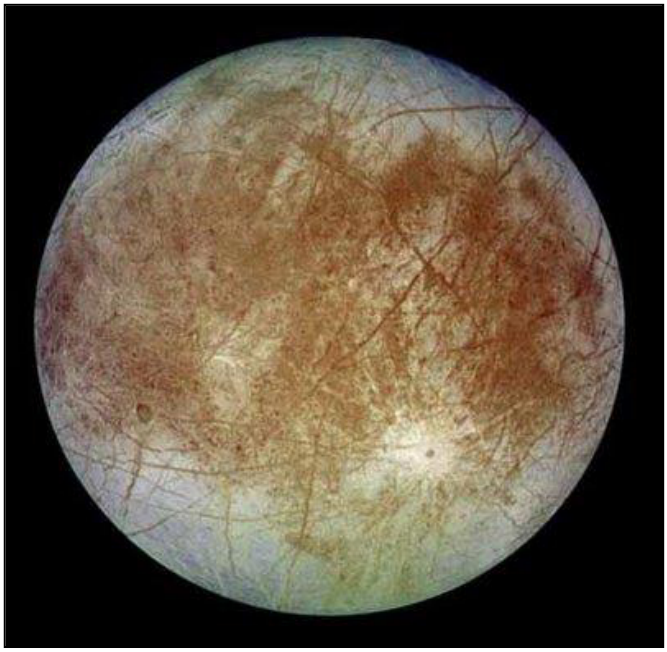


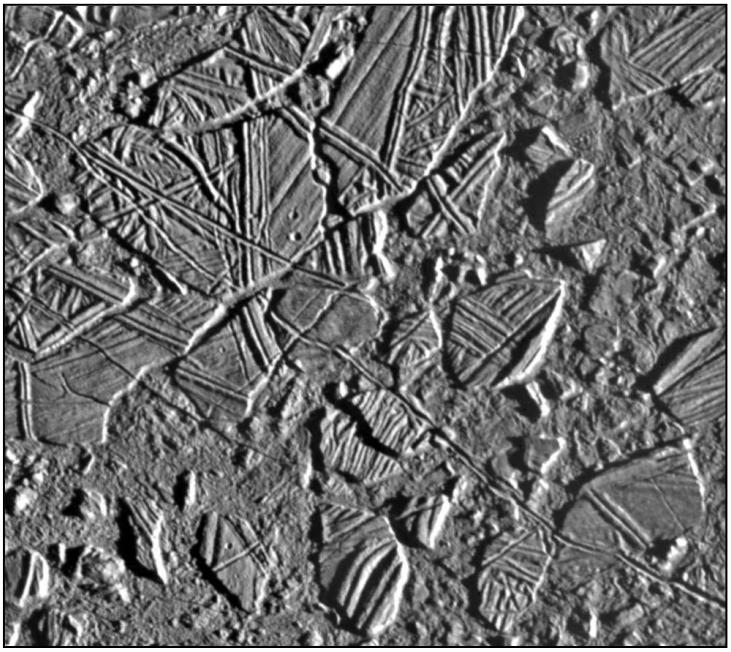




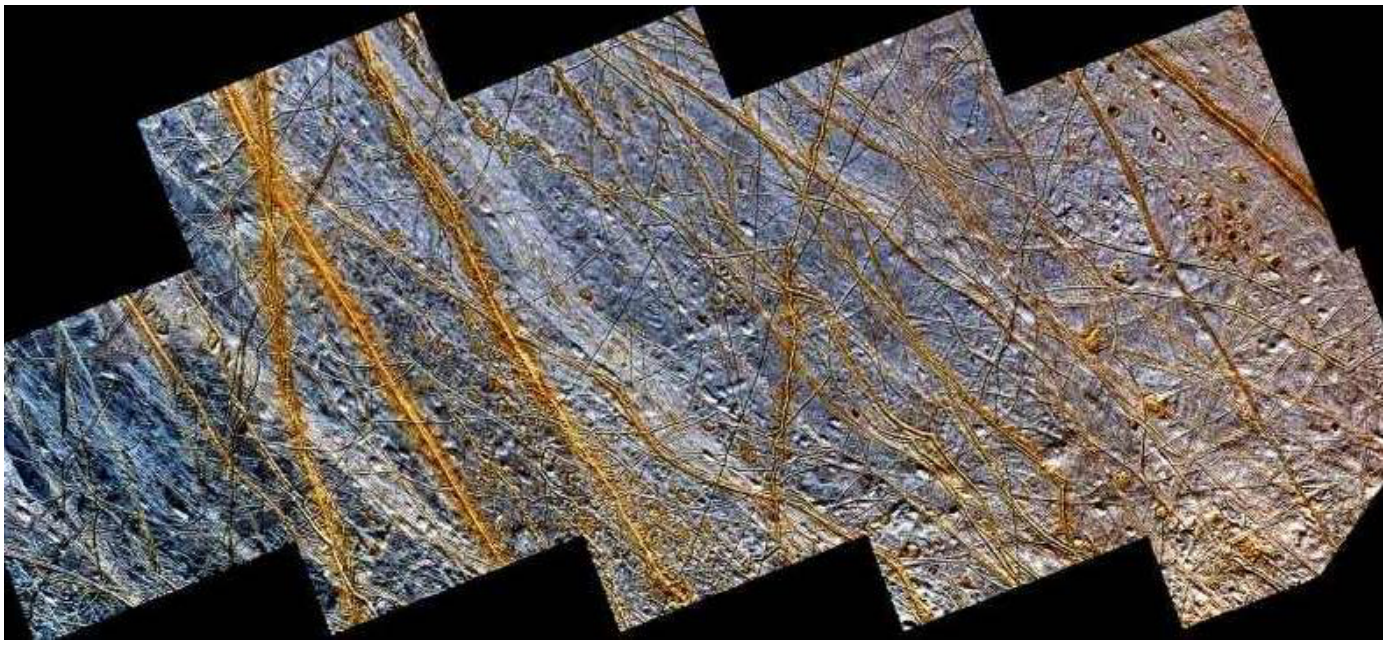
Lunas de Júpiter

Europa

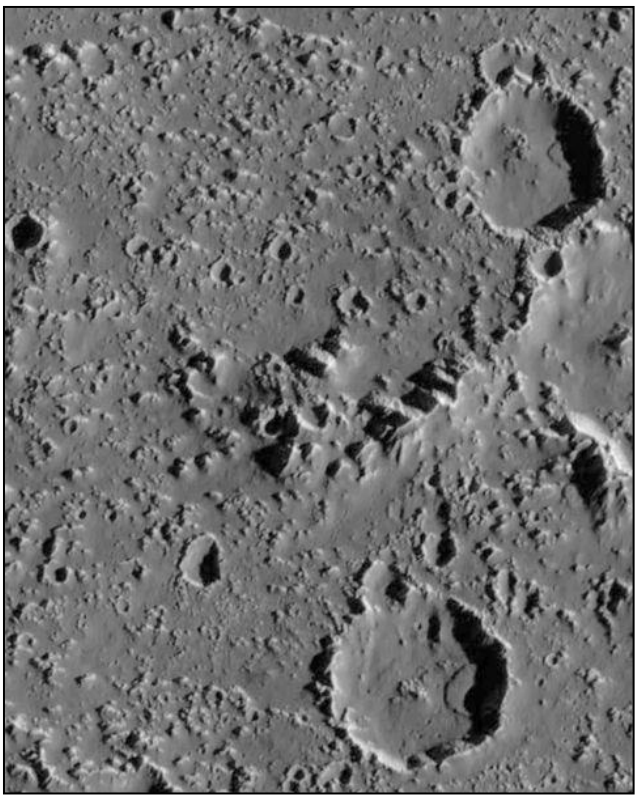




Un gran océano subterráneo se cree que existe en la luna de Júpiter Europa, tan grande que encierra el doble de H_2O que todos los mares y océanos de la Tierra**,** podría contener cien veces más Oxígeno de lo que se estimaba hasta ahora, según una investigación realizada en 2009, se trata de una cantidad muy rica, más que suficiente para albergar vida, a pesar de estar en un medio helado (como lo son las inmediaciones de Júpiter) y el estar tan alejado del Sol recibe muy poca luz, en el caso de Europa, la fuerte gravedad del planeta provoca un abultamiento en la porción de la superficie que esta de cara al mismo, pero al variar las distancias, también la marea se va modificando a lo largo de la orbita del satélite, la variación en la amplitud de la marea produce desordenes internos de energía denominados calentamientos de mareas, el calor que generan las mareas gravitacionales bastaría para tener un océano liquido mayor a los océanos terrestres, se cree que de haber vida, sería lo mas parecido a las fuentes hidrotermales que se encuentran en las profundidades oceánicas terrestres, existen en la actualidad varios proyectos para la investigación de esta luna por medio de taladros submarinos.



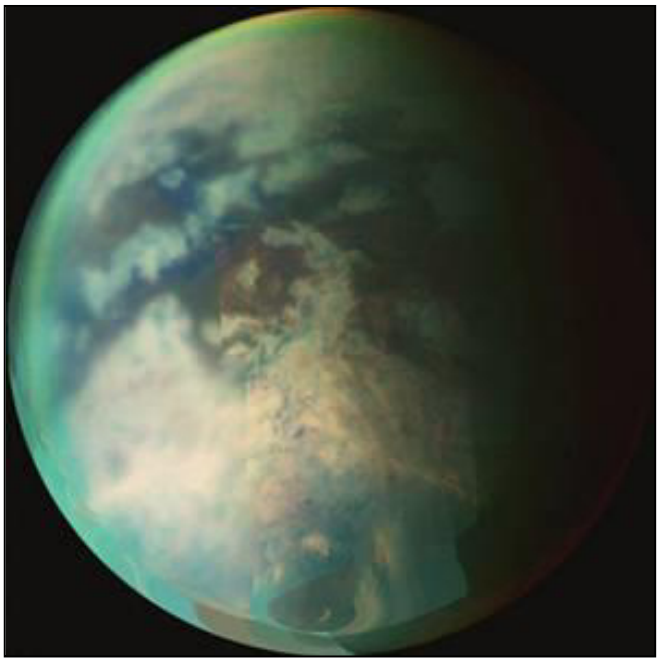
Calisto



Los científicos de la NASA habían declarado a Calisto en una oportunidad en que vieron sus fotos, una luna muerta y aburrida, hasta el descubrimiento de un posible océano salado bajo su superficie, la sonda espacial Galileo voló sobre la superficie de la segunda mayor luna de Júpiter en 1996/1997, encontró que el campo magnético de Calisto había variado, lo que indicaba la existencia de corrientes; en 2001, la sonda Galileo detectó que un asteroide había impactado contra este satélite, formando el cráter Valhalla, generalmente, un impacto de este tipo causaría intensas ondas de choque que atravesaría el cuerpo planetario, pero la sonda Galileo no encontró ninguna prueba de este fenómeno, por lo que los investigadores creen que un océano líquido pudo haber suavizado el golpe, de igual forma, no descartan la existencia de una vida compleja, al igual que con Europa, se ha planteado la idea de que la vida microbiana extraterrestre puede existir en un océano salado bajo la superficie de Calisto, sin embargo, las condiciones de vida parecen ser menos favorables en Calisto que en Europa, las principales razones son la falta de contacto con el material rocoso y el flujo de calor más bajo desde el interior

Lunas de Saturno

Titán



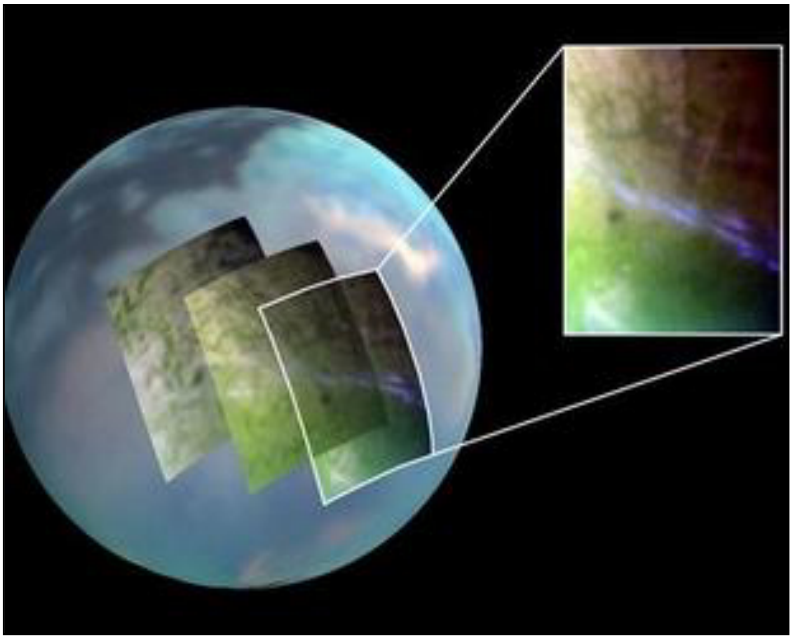
Según los datos disponibles, su atmósfera podría estar compuesta en un 94% de Nitrógeno y es la única atmósfera rica en Nitrógeno en el Sistema Solar (aparte de nuestro propio planeta) con rastros significativos de varios hidrocarburos que constituyen el resto, incluyendo metano, etano, diacetileno, metilacetileno, cianoacetileno, acetileno, propano, junto con anhídrido carbónico, monóxido de Carbono, cianógeno, cianuro de Hidrógeno y Helio) se piensa que estos hidrocarburos se forman en la atmósfera superior de Titán, en reacciones; serían el resultado de la disociación del metano por la luz UV del Sol, produciendo una bruma anaranjada y espesa; el origen de la atmósfera de Titán no está claro, pero se ha propuesto que durante gran parte de la historia del Sistema Solar, Titán era un mundo sin atmósfera, con el Nitrógeno y metano congelados en la superficie como actualmente es Tritón (luna de Neptuno).

El aumento de la luminosidad del Sol en su evolución y quizás un gran impacto de un asteroide o cometa, habría provocado que esos gases se evaporaran y cubrieran el satélite de la densa atmósfera que hoy tiene, aunque en un principio con mucho más metano que en la actualidad, asumiendo que el que tiene presente en la atmósfera, se pierde con las lluvias es repuesto, acabara por precipitarse por completo en la superficie de Titán en menos de mil millones de años formando depósitos oscuros en ella y quedando sólo el Nitrógeno en la atmósfera, la cual quedará limpia de niebla (algo parecido a Marte en la actualidad).

La presión parcial del Metano es del orden de 100 hPa (cumpliendo el papel del H_2O en la Tierra) formando nubes en su atmósfera, nubes que causan tormentas de metano líquido y descargan precipitaciones importantes que llegan a la superficie produciendo en total unos 50 lts/m² de precipitación anual, también existen formas nubosas parecidas a los cirros terrestres (excepto que formados de cristales de hidrocarburos y a una altura mucho mayor (50 y 100 Km de altura) la existencia de éstas nubes ya se sospechaba desde la época del sobrevuelo de la sonda Voyager 1, confirmándose su existencia gracias a los datos enviados por la sonda Cassini-Huygens.

Huygens landing site

Investigaciones recientes apuntan a que es posible que Titán albergue moléculas prebióticas, de acuerdo con ella, el H_2O líquida que aparece en Titán tras el impacto de un meteorito contra su superficie helada o su criovulcanismo puede permanecer en este estado durante cientos o miles de años, tiempo más que suficiente para que las tolinas (sustancias químicas complejas ricas en Nitrógeno) presentes en su atmósfera se hidrolicen (reaccionen con ella) y den lugar a moléculas orgánicas complejas.

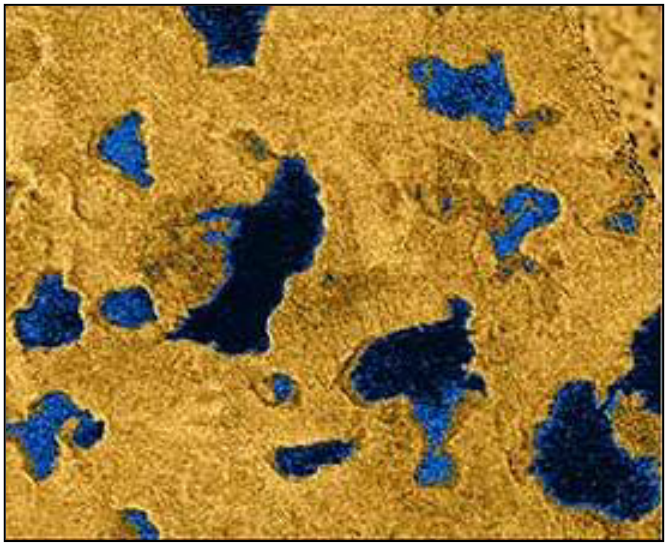


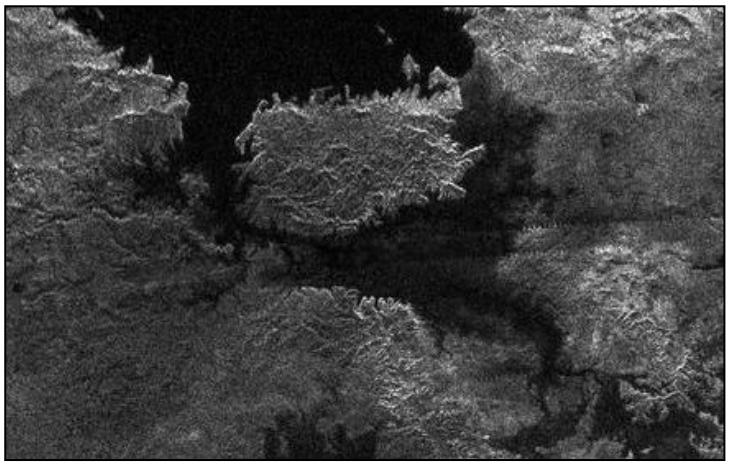
Probablemente el contenido de hidrocarburos líquidos de esta luna (en forma de mares y lagos) es centenares de veces superior al de todas las reservas de petróleo y de gas natural de la Tierra juntas, además, sus dunas ecuatoriales, posiblemente contienen centenares de veces más materia orgánica que todas las reservas de carbón de la Tierra juntas.

El metano en Titán cumple el papel del H_2O en la Tierra, forma nubes en su atmósfera, cuando condensa sobre los aerosoles forma una lluvia de partículas que llena los torrentes con un material negro que fluye, sin embargo los cañones y lagos, en la zona dónde aterrizó la sonda Huygens, están secos porque se filtra bajo el suelo y deja en la superficie restos de materia orgánica cubriéndolo de una especie de alquitrán, en la atmósfera tiene una vida breve por lo que es necesaria su reposición, el metano formaría nubes en la atmósfera, condensado sobre aerosoles y formarían lluvias, cuyos ríos serían responsables del moldeado del relieve de Titán y de sus lagos o mares, es también responsable en parte de la opacidad de la atmósfera.

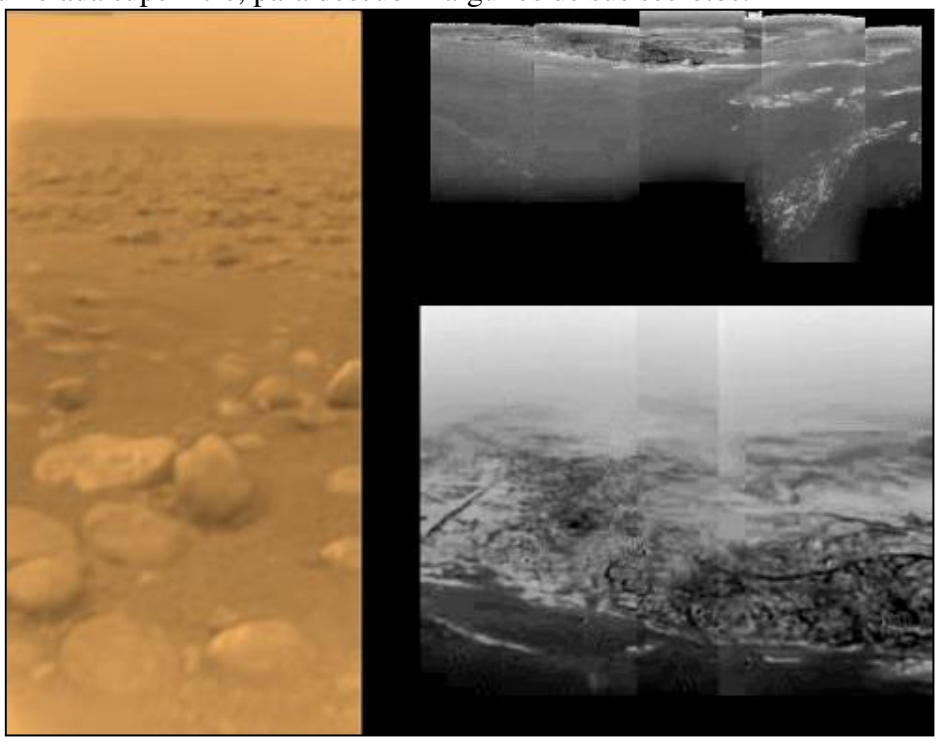
Las temperaturas en la superficie de esta luna son del orden de -190 ºC y la presión cercana a 1.4 bar, en estas condiciones el metano estaría por debajo de su punto de saturación y no existirían lagos o ríos, en cambio, otros hidrocarburos formados a partir del metano, como el etano, sí podrían estar saturados y en estado líquido en la superficie constituyendo una analogía con el agua en la Tierra, estos depósitos líquidos podrían contener importantes cantidades de metano disueltos, recientes análisis de los datos enviados por Cassini, como la presencia de depósitos temporales de hielo de amoniaco (que se cree se halla en el interior de Titán) en la superficie, parecen dar un fuerte espaldarazo a la presencia de criovulcanismo, aunque no todos los científicos están de acuerdo con dichos análisis, de hecho algunos han sugerido que en realidad Titán es un mundo muerto geológicamente cuyos rasgos superficiales han sido causados en su mayoría por procesos externos (impactos de asteroides y cometas que han creado cráteres en su superficie) seguidos de erosión causada por el viento y fluidos moviéndose por su superficie, que los han desdibujado dándoles la falsa apariencia de haber sido causados por criovulcanismo.

Durante los diversos acercamientos a Titán, la sonda Cassini ha observado más detalles gracias, sobre todo al uso de su radar, destacan en particular formaciones lineales interpretadas como campos de dunas, cráteres de impacto, canales seguramente producidos por metano líquido (similares a los vistos por la sonda Huygens en su descenso) y lo que parece ser una línea de costa en el hemisferio S de la luna, utilizando su sistema de radar, captó en 2006 dos manchas oscuras, similares a los lagos terrestres, que constituyen una poderosa evidencia de que hay depósitos de hidrocarburos en el satélite, en otras fotografías también se muestran claramente las líneas de costa y se observan varias bahías estrechas y una península, dos lagos comunicados de unos 60 x 40 Km (uno de ellos tiene manchas más claras) lo que podría indicar que se está secando lentamente según se aproxima el verano al hemisferio N.



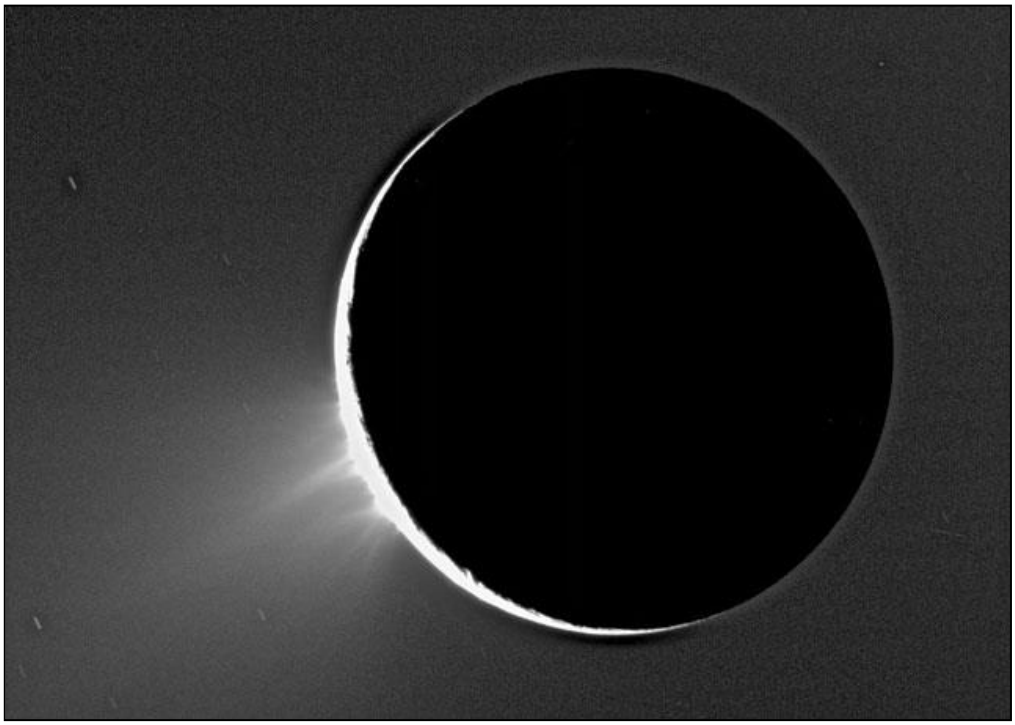


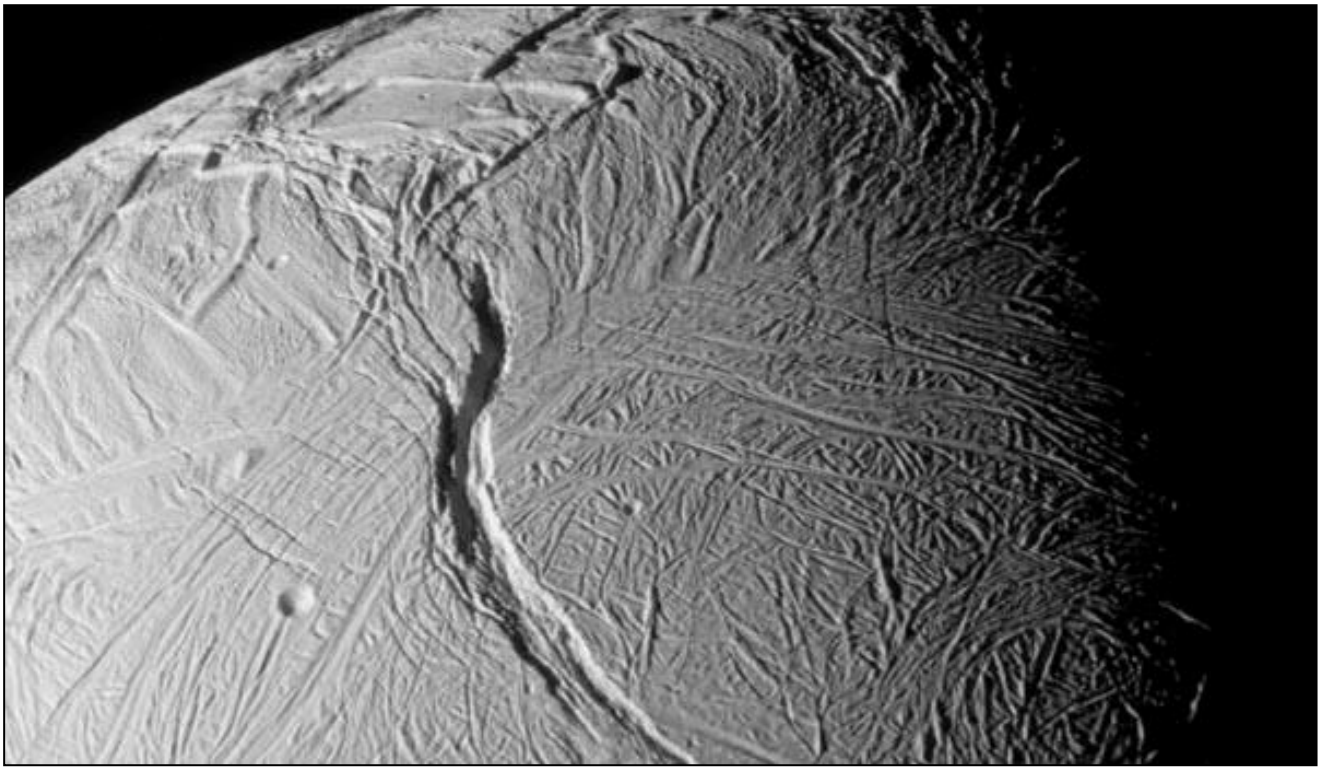
Otras pruebas de que dichas estructuras están llenas de líquido -probablemente metano- son la baja reflectividad en el radar, la cual indica profundidades de al menos decenas de metros así como la presencia de islas y que una comparación de imágenes tomadas por radar en diferentes sobrevuelos muestra cómo están desapareciendo lagos en el hemisferio S de Titán, como si se estuvieran evaporando; en 2004, Cassini lanzó la pequeña sonda Huygens, que descendió en paracaídas a través de la atmósfera de Titán, aterrizó y tomó una única fotografía de su helada superficie, para descubrir algunos de sus secretos.

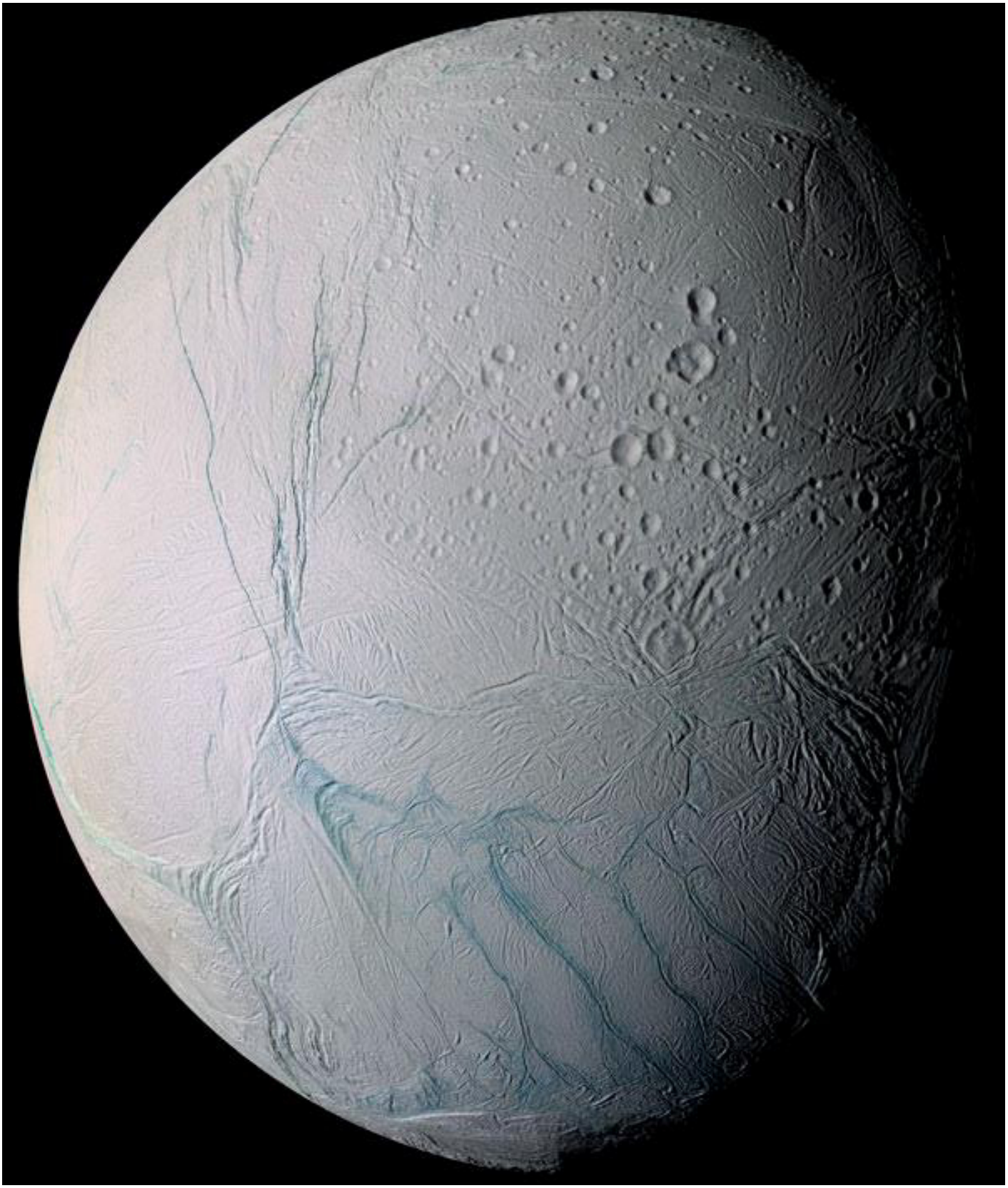


Encelado

Los datos enviados por la sonda Cassini, permitían suponer la existencia de H_2O en estado líquido a poca profundidad bajo la superficie helada de Encelado, la suposición se confirmó tres años después, sin embargo Cassini volvió a acertar y encontró la prueba definitiva de que, efectivamente, existe una gran cantidad de H_2O en estado líquido en su interior y también hidrocarburos, Carbono y todos los ingredientes necesarios para la existencia de vida, los datos de la Cassini revelaron de hecho, iones de H_2O negativos en la atmósfera lanzados por grandes géiseres que caracterizan a este satélite, lo que confirma la presencia de caudalosas masas de H_2O subterránea (en la Tierra, los iones negativos de H_2O están presentes en aquellos lugares en los que el líquido está en movimiento, como en las cataratas o en las olas del mar al romper) se cree que las denominadas "rayas de tigre" verde-azuladas son la fuente de los chorros de H_2O de Encelado.

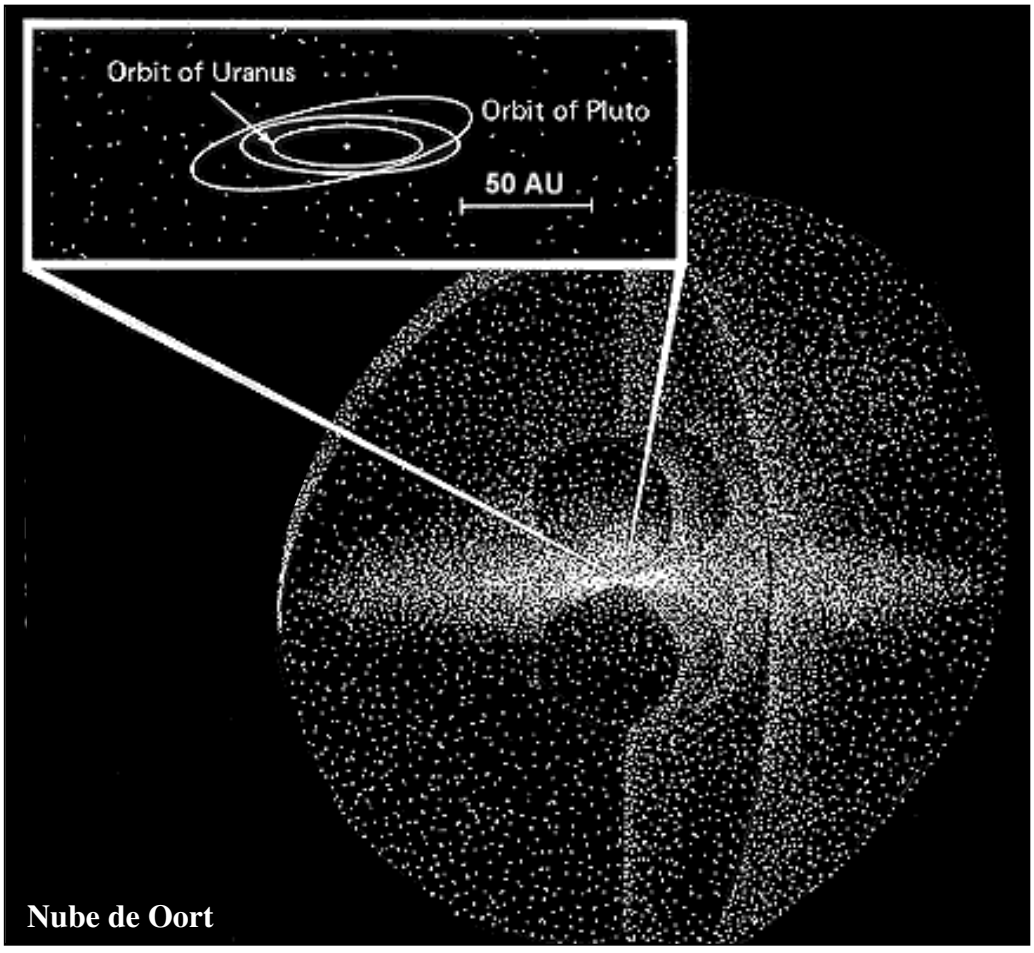






Agua, hielo y componentes básicos de la Vida en Cometas y Meteoritos

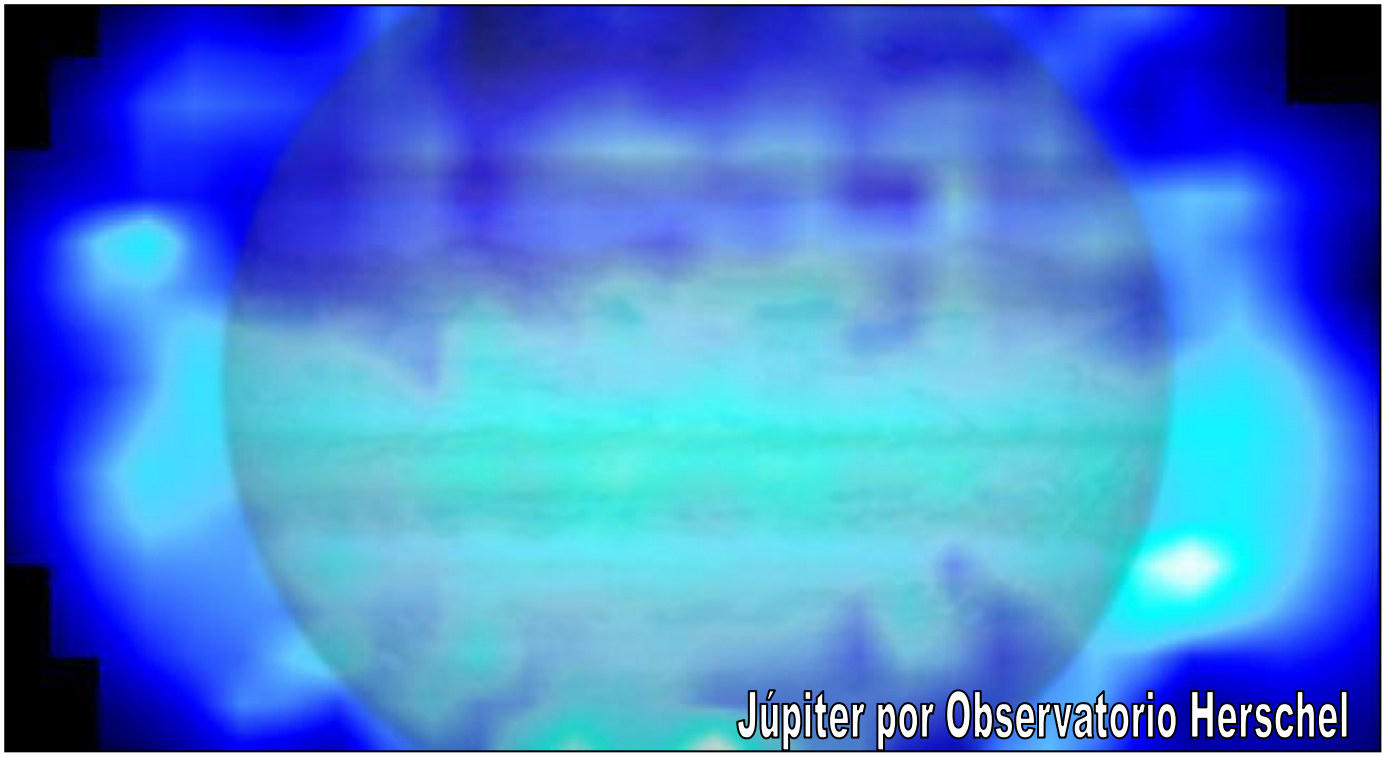
Hace tiempo que los cometas se han considerado, teóricamente, como una fuente de H_2O, sin embargo, el ratio de concentración de Deuterio e Hidrógeno que se detectaba en estos cuerpos cósmicos (se midieron en seis cometas provenientes de la lejana Nube de Oort) siempre daba unas proporciones muy diferentes de las que hay en nuestro planeta, lo que hacía perder fuerza a esta hipótesis, algunas simulaciones indicaban que no más del 10% podía provenir de esa fuente, la Nube de Oort es una colección de cometas que, según se piensa, orbitan el Sol en un halo esférico situado en el borde exterior del Sistema Solar, ¿cómo llegaron los cometas ahí? Según la imagen estándar, se formaron mucho más cerca del Sol y luego emigraron hacia el exterior en un proceso de dos etapas, en primer lugar, la gravedad de los planetas gigantes los arrojó a órbitas más amplias para formar un disco disperso, los objetos del disco disperso se movieron hasta una distancia del Sol tan próxima como la de Neptuno, pero se aventuran a decenas de veces esa distancia, a más de 1000 veces la distancia del Sol a la Tierra, a tanta distancia del Sol, el tirón gravitacional de la galaxia se hace significativo, así que muchos objetos del disco fueron atraídos y quedaron poblando la denominada Nube de Oort.



Las simulaciones vienen prediciendo hace tiempo que este proceso sólo poblaría la Nube de Oort con unas 10 veces la cantidad de cometas que hay actualmente en el disco disperso, pero las estimaciones basadas en los cometas observados indican que la relación es más bien de 700 a 1.

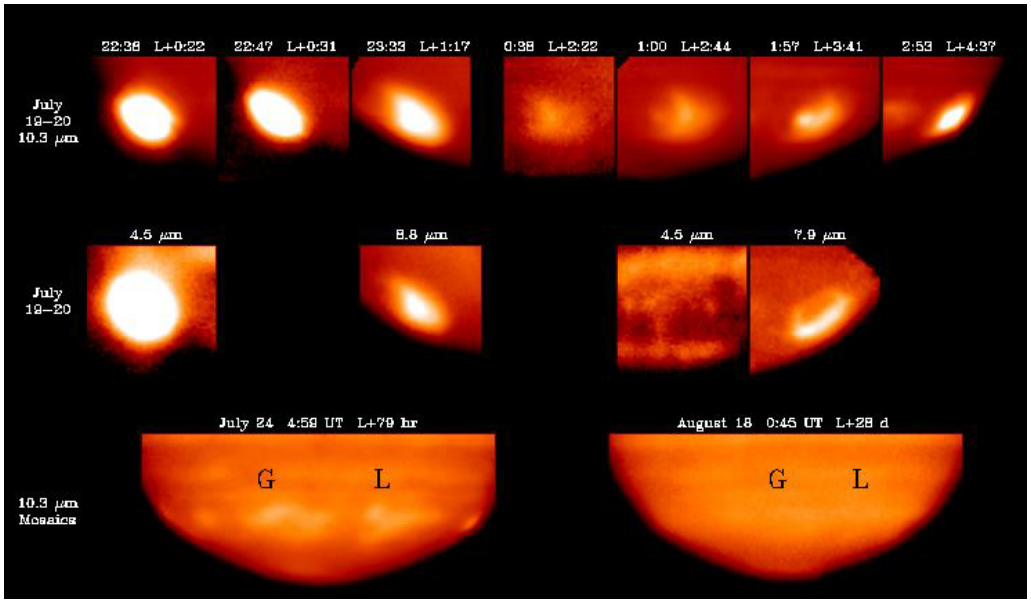
Se dice que muchos de los objetos de la Nube de Oort pudieron haber sido atraídos de otras estrellas que nacieron en la misma incubadora estelar que el Sol; la mayoría de las estrellas del tipo Sol se forman en grupos de 10 a 1000 miembros, de acuerdo a simulaciones computarizadas, los encuentros entre estrellas en este ambiente tienden a distorsionar sus discos dispersos y expulsar objetos de ellos, creando una reserva de cometas que flotan en libertad, cuando las estrellas dejan el grupo, algunos de estos objetos se mueven con ellas, quedando atrapadas en amplias nubes cometarias como lo es la Nube de Oort.

Cometa Shoemaker/Levy-9



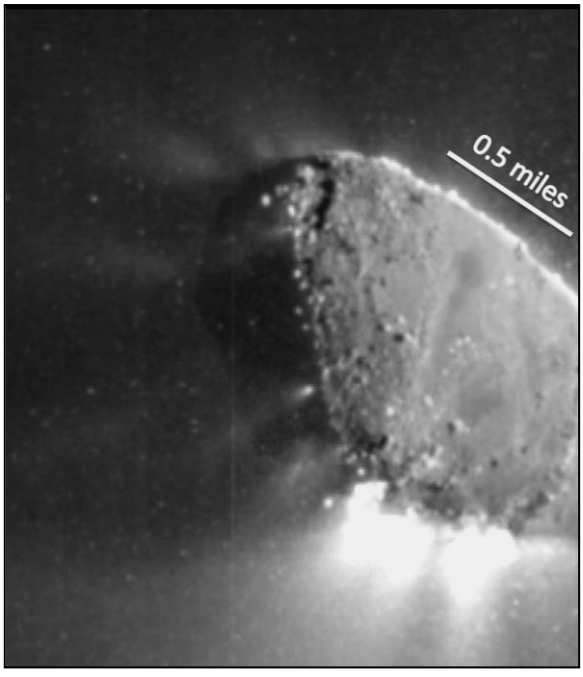
Un equipo de investigadores del Observatorio Herschel (ESA) con la participación de la NASA, concluyó que el origen del H_2O en la atmósfera superior de Júpiter proviene sin lugar a dudas del dramático impacto que ocasionó el cometa Shoemaker/Levy-9, el 09-06-1994.

Las pruebas de que el H_2O es del cometa, se consiguieron al mapear su distribución mediante el conjunto de datos otorgados por el Observatorio Espacial IR de la ESA, que desde 1965 comenzó a estudiar este elemento en el planeta, según la imagen, se identificó que dos tercios del H_2O están en el Hemisferio Sur, y que la mayoría se concentra alrededor de los impactos del cometa de 1994, además el H_2O solo se concentra a grandes alturas, un 95% del H_2O en la estratósfera de Júpiter se debe al impacto del cometa, un total de 21 fragmentos del SL-9 cayeron en el período de una semana en el hemisferio S de Júpiter, los restos dejaron marcas visibles y manchas oscuras que persistieron durante un tiempo, los científicos descartaron que el H_2O viniera del interior, ya que sería imposible que el vapor de H_2O pudiera traspasar la fría barrera que existe entre la estratósfera (atmósfera superior) y la capa de nubes de la tropósfera.



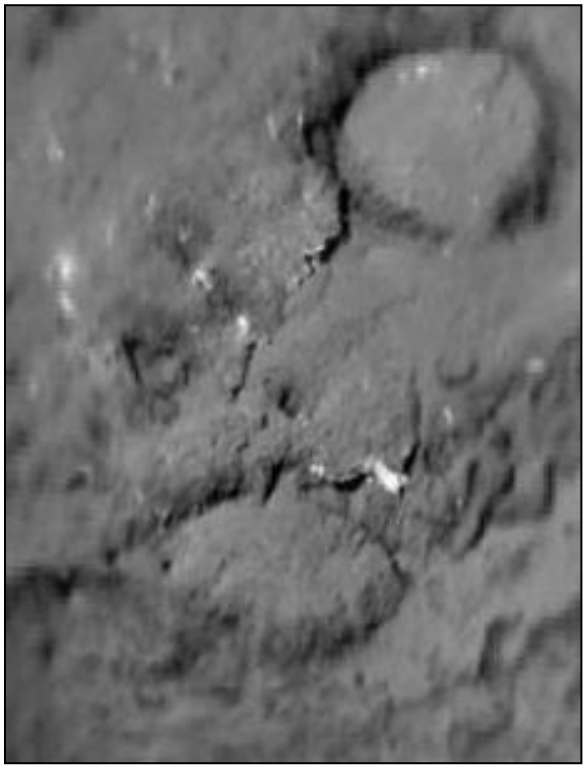
Cometa 103P/Hartley-2

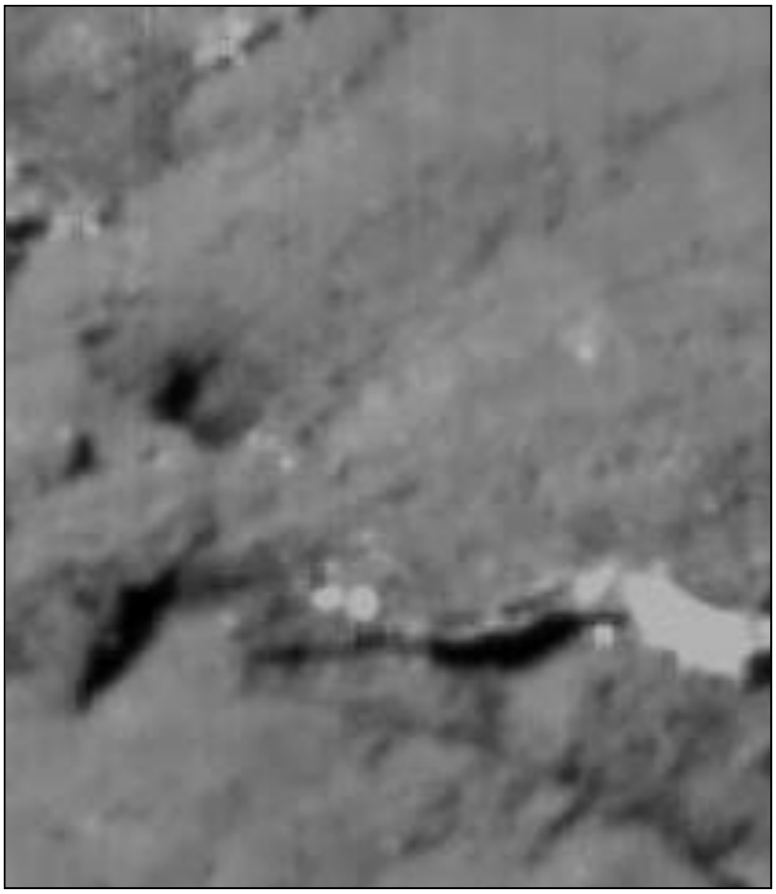
Un equipo de científicos, de diversas instituciones de Estados Unidos y Europa, encontraron restos de H_2O muy similar a la que ocupa tres cuartas partes de la Tierra en un lejano cometa, se trata del cometa 103P/ Hartley-2, proveniente de la Nube de Oort, este cometa fue sobrevolado por la sonda espacial Deep Impact (que forma parte de la Misión EPOXI) el día 4-11-2010, llegando a aproximarse a sólo unos 700 Km del mismo y penetrando profundamente en su coma.

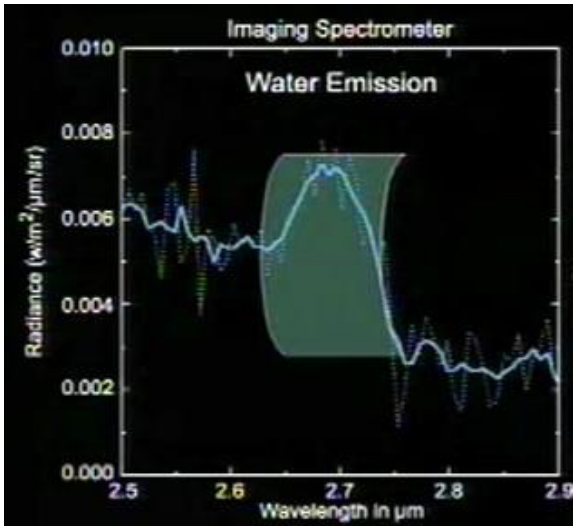


Cometa Tempel-1 (Deep Impact)

El 4-07-2005 la nave Deep Impact, en un hecho sin precedentes en la historia astronáutica, lanzó con éxito un proyectil hacia el cometa Tempel-1, fue la primera misión de estas características ya que nunca antes el hombre había provocado una explosión en otro objeto espacial, el impacto de la sonda determinó la existencia de al menos tres sectores con hielo en su superficie, como también en el polvo eyectado hacia el espacio, estudiado por medio de un espectrómetro a bordo de la nave.



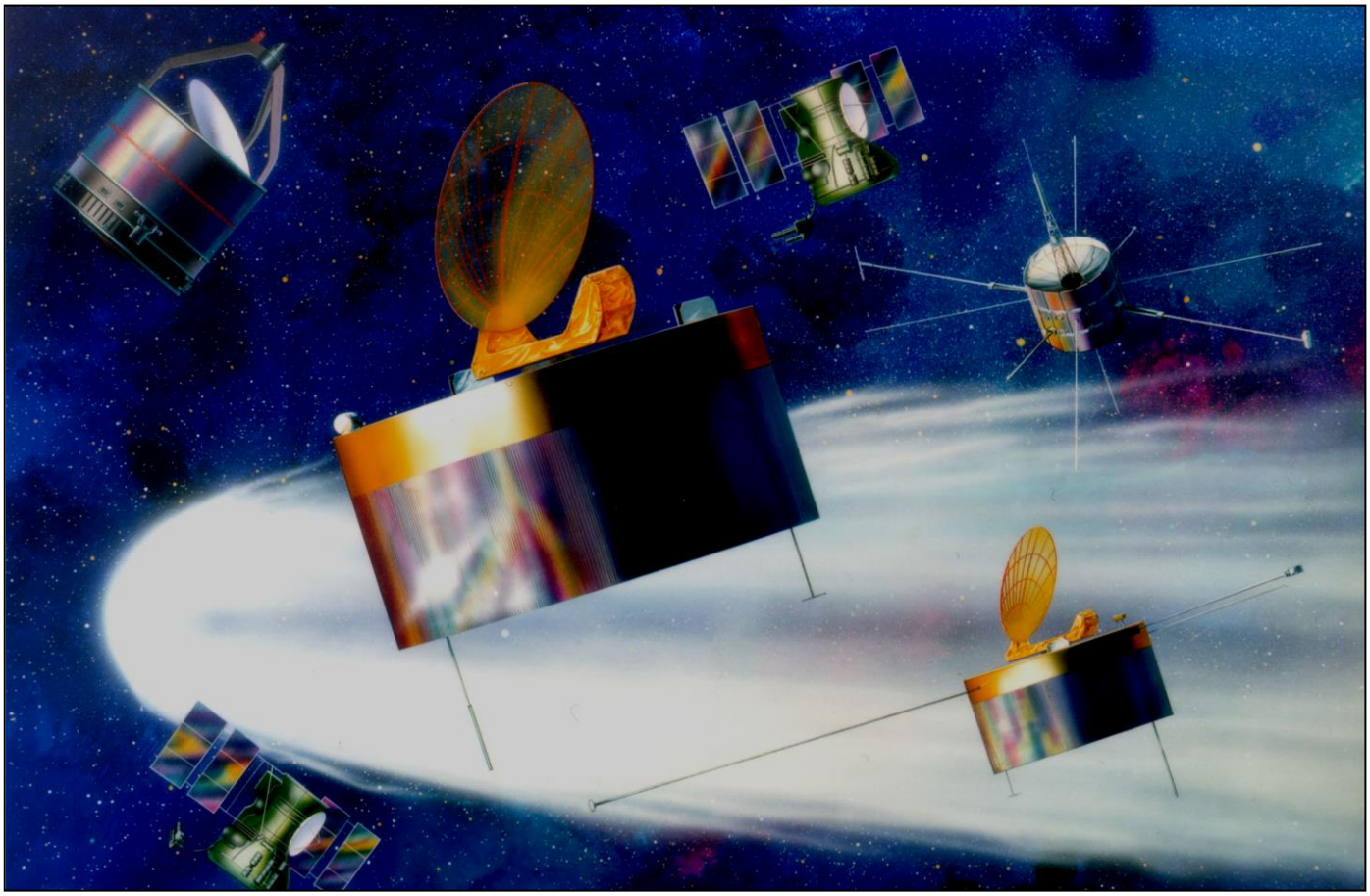




powdery
flow
layered
terrain

Cometa 1P/Halley - Armada Halley

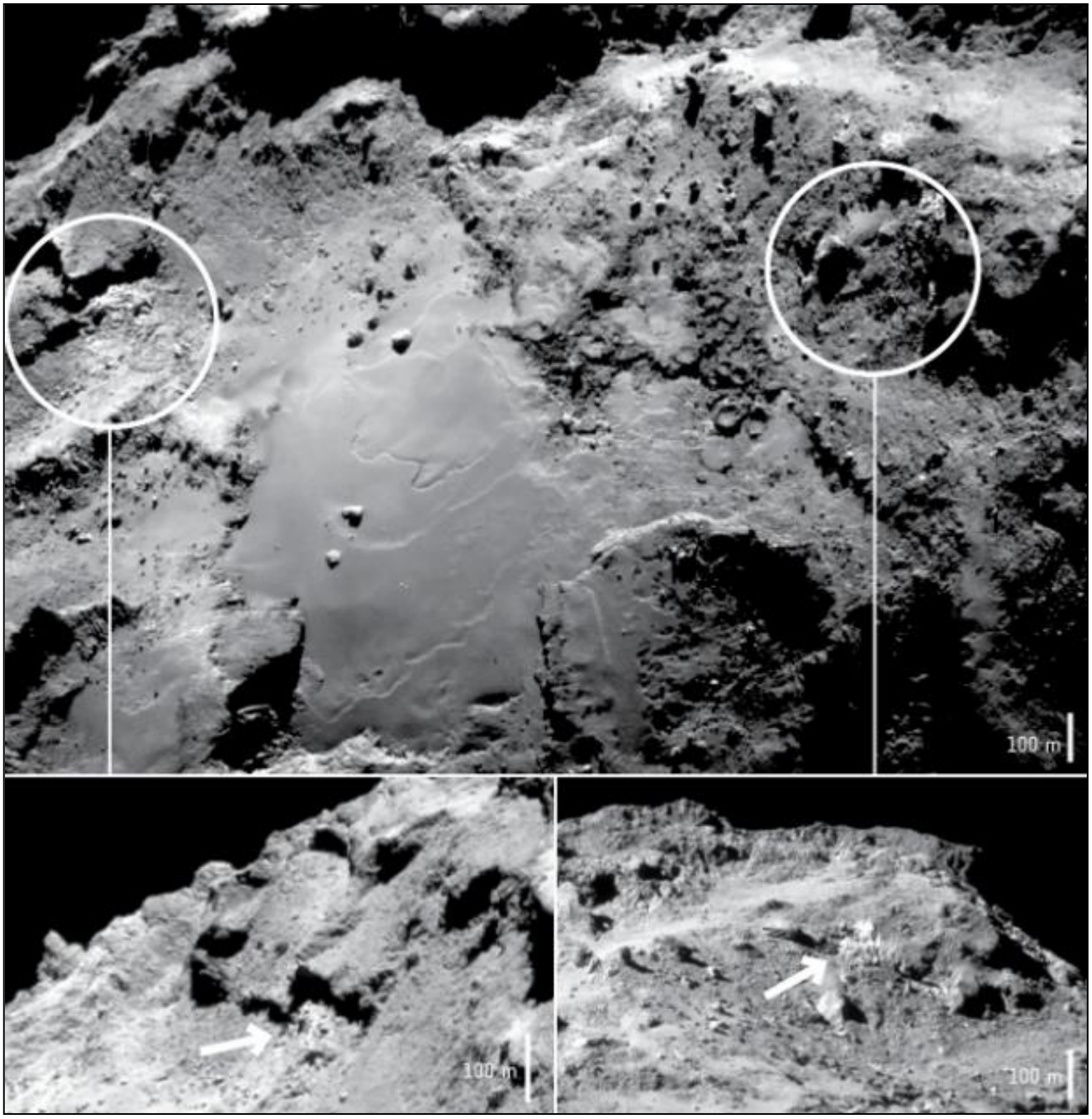
En marzo de 1986, el cometa Halley fue visitado por naves de Estados Unidos, Europa, Japón y URSS, denominado este conjunto Armada Halley, Europa lanzó su nave Giotto (siendo la misión mas importante y más difícil) hacia el núcleo cometario tomándole fotografías y haciéndole varios estudios relacionados a las partículas cometarias y adentrándose en su coma para el estudio de su conformación química, su espectrómetro de masa neutra indicó que cerca del cometa eran dominantes los iones de H_2O, a 4700 Km del núcleo fueron observados iones de Carbono, Oxígeno, Sodio, Hierro y Azufre; en el interior del denominado Arco de Choque se encontraron iones de Carbón más pesados, H_2O, monóxido de Carbono y los iones de Azufre mostraron similares distribuciones; más cerca del cometa fueron observados iones de Hidrógeno, Helio, Argón, Oxígeno, H_2O, monóxido de Carbono y Azufre.

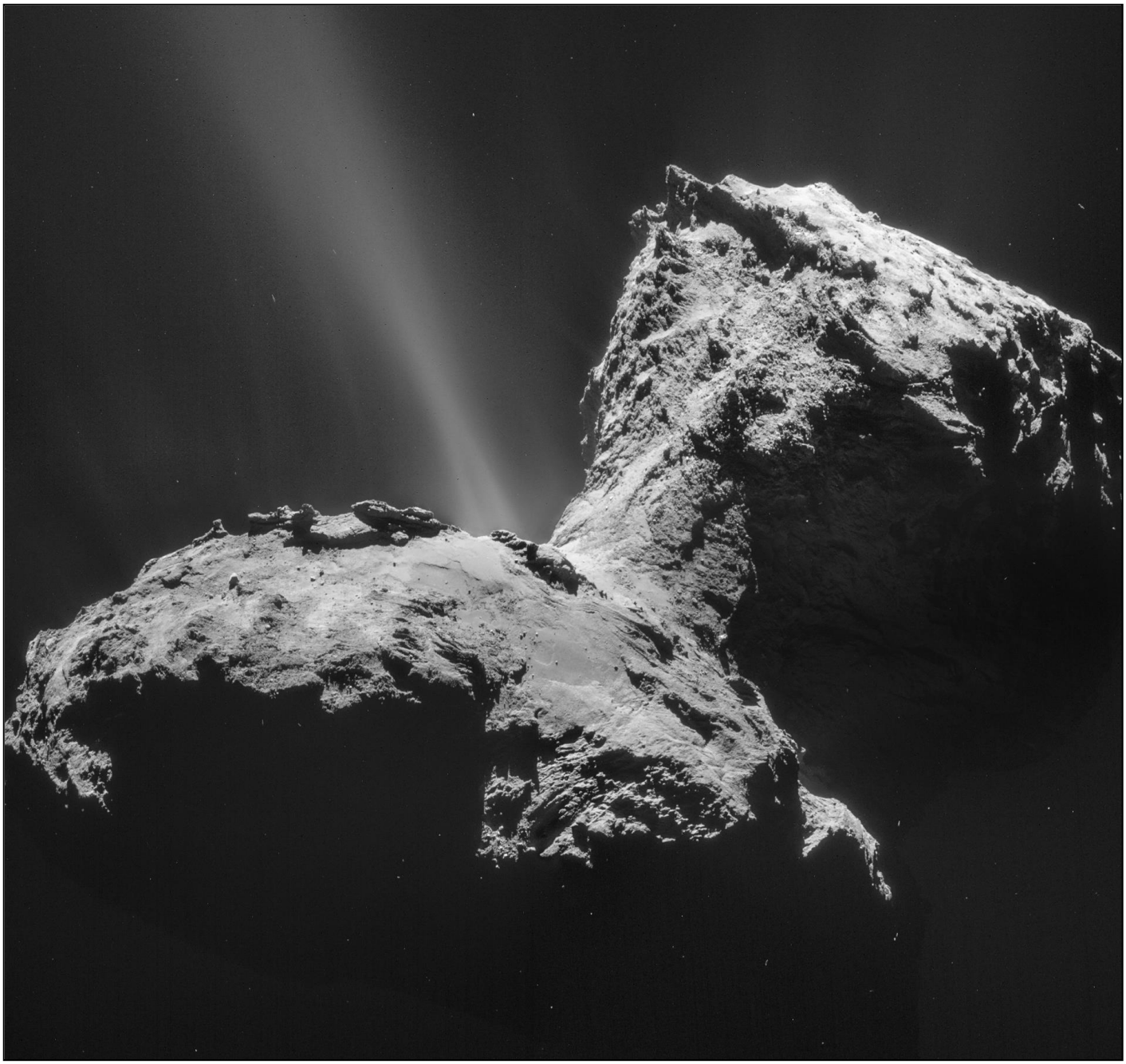


Cometa 67P/ Churyumov-Gerasimenko

El H_2O, componente mayoritario en los núcleos cometarios, en el cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko se encontró en forma de vapor en su coma (nube de polvo y gas que lo rodea) así como rastros de la presencia intermitente de hielo en su superficie, en 2015, datos aportados por el instrumento VIRTIS-M confirmaron que existe H_2O helada en el propio núcleo de 67P/C-G; en una zona llamada Imhotep.

El análisis de los datos IR proporcionados por el instrumento VIRTIS-M de la nave permitieron identificar granos de H_2O helada de tamaño milimétrico -mayores que los encontrados hasta ahora- y otros de unas 50 micras mezclados con material oscuro, los investigadores creen que los granos más grandes pueden haber surgido por una exposición ocasional, y consecuente evaporación, de las capas ricas en hielo del interior del cometa, o bien por la fusión de granos más pequeños, esto es consistente con la existencia de una estructura en capas del núcleo del cometa 67P, en el que su corteza deshidratada exterior puede estar encima de capas enriquecidas con H_2O helada.





Meteoritos

No se puede asegurar de que los experimentos hechos por los científicos representan verdaderamente las condiciones primordiales de la vida en la Tierra, sería muchísimo más realista si de algún modo pudiésemos estudiar la materia primordial, y encontrar compuestos que se hubiesen formado por procesos inanimados y que, por decirlo así, apuntasen hacia la vida, la única materia primordial que podemos estudiar aquí en la Tierra se encuentra en los meteoritos, los estudios de las transformaciones radiactivas dentro de los meteoritos, demuestran que tienen una existencia de más de 4000 millones de años y que datan de la creación del Sistema Solar.

Se han estudiado alrededor de 1700 meteoritos, 35 de ellos pesan más de 1 tn cada uno, sin embargo, casi todos son de Níquel/Hierro o de piedra en composición química y no contienen ninguno de los elementos asociados primordialmente con la vida, así que no nos suministran información útil respecto al problema del origen de la vida, pero queda un tipo raro de meteorito, el denominado "condrito carbonoso", negro y fácilmente desmenuzable contiene un pequeño porcentaje de H_2O, compuestos de Carbono entre otros elementos, la dificultad en su caso estriba en que son mucho más frágiles que los otros tipos de meteoritos y aunque tal vez abunden en el espacio exterior, pocos sobreviven a la reentrada atmosférica y a la colisión con la superficie sólida (se conocen menos de dos docenas de esos meteoritos).

Los condritos carbonosos, para que resulten útiles, deben estudiarse poco después de haber caído, cualquier permanencia prolongada en el suelo da como resultado su contaminación con la vida terrestre o con sus productos, por fortuna, dos de esos meteoritos fueron vistos caer y se les examinó casi inmediatamente después; uno cayó cerca de Murray, Kentucky, Estados Unidos en 1950 y el otro estalló sobre Murchison, Australia, en setiembre de 1969; en 1971 ya se habían separado de los fragmentos del meteorito de Murchison pequeñas cantidades de 18 aminoácidos diferentes. 6 eran variedades de los que concurren frecuentemente en la proteína del tejido viviente, las otras 12 variedades estaban relacionadas químicamente con las primeras, pero rara vez, o nunca, se encuentran en el tejido viviente, se obtuvieron resultados semejantes del meteorito de Murray, fueron impresionantes los puntos de coincidencia entre los dos meteoritos, que cayeron en lugares opuestos de la Tierra, con una diferencia de 19 años.

Hacia fines de 1973 se descubrieron también ácidos grasos, diferentes de los aminoácidos porque tienen cadenas más largas de átomos de Carbono y de Hidrógeno y porque carecen de átomos de Nitrógeno (componentes de la grasa que se encuentra en el tejido viviente) fueron identificados unos 17 ácidos grasos.

¿Por qué había en los meteoritos esas moléculas orgánicas? ¿Son los meteoritos producto de un planeta que estalló? ¿Son los condritos carbonosos parte de una corteza planetaria que sustentó vida alguna vez y que todavía lleva vestigios de esa vida?, al parecer, tal cosa no es así, hay ciertas maneras de determinar si los compuestos descubiertos en meteoritos se originaron en cosas vivientes.

Los aminoácidos (todos, excepto el más sencillo, el de la glicina) se dividen en dos variedades, una de las cuales es la imagen reflejada de la otra, se les clasifica como L y D, las dos variedades son idénticas en propiedades química ordinarias, de suerte que cuando los químicos preparan los aminoácidos partiendo de sus átomos constitutivos, siempre se forman cantidades iguales de L y D, sin embargo, cuando los aminoácidos se emplean para producir proteínas, los resultados son estables únicamente si se trabaja con un solo grupo, ya sea el L o el D.

En la Tierra, la vida se ha desarrollado con el empleo de la variedad L (quizá por nada más significativo que la casualidad), de manera que los aminoácidos D concurren en la naturaleza muy rara vez, si los aminoácidos en los meteoritos fuesen todos L, o todos D, tendríamos la fuerte sospecha de que había habido en su producción procesos vitales semejantes a los nuestros.

Las formas L y D se encuentran en cantidades iguales en los condritos carbonosos, lo que significa que tuvieron su origen en procesos ajenos a la vida que conocemos, de manera semejante, los ácidos grasos encontrados en los tejidos vivientes, se forman por la adición recíproca de números variables de compuestos que contienen dos átomos de Carbono, como resultado, casi todos los ácidos grasos en el tejido viviente tienen un número par de átomos de carbono.

Los ácidos grasos con números impares no son característicos de la vida que conocemos, pero en las reacciones químicas en que no interviene la vida suelen producirse tanto como los pares, en el meteorito de Murchison hay aproximadamente cantidades iguales de ácidos grasos de número par y de número impar.

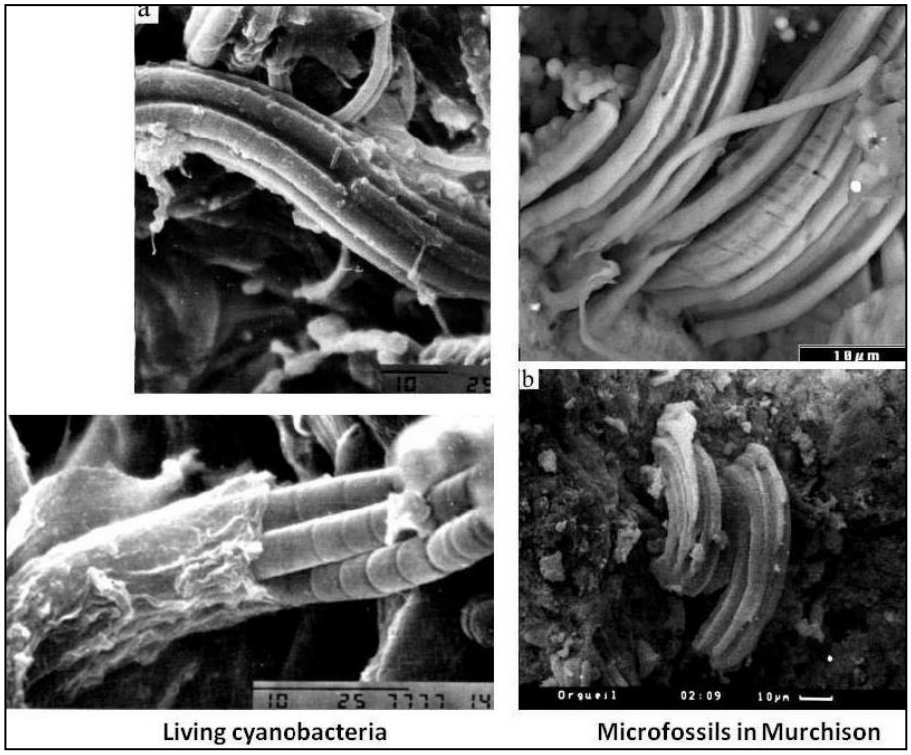
Los compuestos en los condritos carbonosos no son vida, se han formado en dirección hacia nuestra clase de vida y los experimentadores humanos no han intervenido en su formación, en general, los estudios de meteoritos tienden a apoyar los experimentos de laboratorio, y hacen que parezca más probable que la vida sea un fenómeno natural, normal y hasta inevitable, al parecer, los átomos tienden a unirse para formar compuestos en dirección hacia nuestra clase de vida, cuantas veces tienen la más pequeña oportunidad de hacerlo.

Pasteur y el meteorito Orgueil

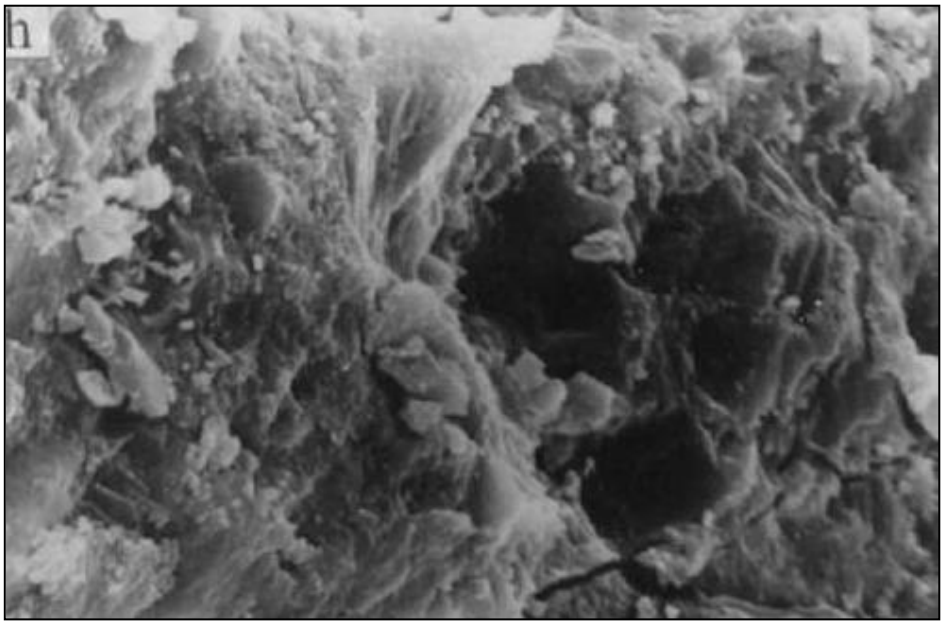
Poco después de haber utilizado las técnicas de esterilidad para resolver un problema del origen de la vida, el químico y bacteriólogo francés Louis Pasteur las aplicó a una cuestión experimental sobre la vida extraterrestre; en 1864 cayó cerca de Orgueil, Francia un meteorito del tipo condrito carbonoso; Pasteur extrajo una muestra poco después de la caída del meteorito y llevó a cabo el experimento (obviamente con mucho cuidado) hizo que se le practicara una perforación especial de tal manera que pudiera extraer muestras de su interior sin que se contaminaran al sacarlas, empleando técnicas estériles, el científico inoculó en un medio orgánico para averiguar si se desarrollaban algunos microorganismos que el meteorito pudiera contener en su interior, los resultados fueron negativos y aún hoy tienen importancia.

Meteorito Murchison

El meteorito Murchison (se debe su nombre debido a que cayó el 28-09-1969 en la localidad de Murchison, Victoria, Australia) es uno de los meteoritos más estudiados por su gran masa, pertenece a un grupo de meteoritos ricos en compuestos orgánicos perteneciente al grupo de CM (condritas carbonáceas) como la mayoría de las condritas CM, Murchison es petrológico tipo 2, lo que significa que experimentó extensa alteración por fluidos ricos en H_2O en su cuerpo integro antes de caer a la Tierra (en su reentrada atmosférica se fragmento en tres trozos de los cuales dos no se encontraron), al igual que otras condritas CM, Murchison contiene abundantes CAI (Inclusión rica en Calcio-Aluminio) más de 15 aminoácidos (algunos de los componentes básicos de la vida) se han identificado en el meteorito, todos los aminoácidos que se encuentran en este meteorito se han sintetizado en experimentos de laboratorio por la acción de la descarga eléctrica sobre una mezcla de metano, Nitrógeno, y el H_2O con trazas de amoniaco, contiene los aminoácidos comunes, tales como glicina, alamina y ácido glutámico, así como los inusuales como isovalina y pseudoleucine, el informe inicial indica que los aminoácidos eran de mezcla racémica (la quiralidad de sus enantiómeros están igualmente compensados) lo que indica que no están presentes debido a la contaminación terrestre.



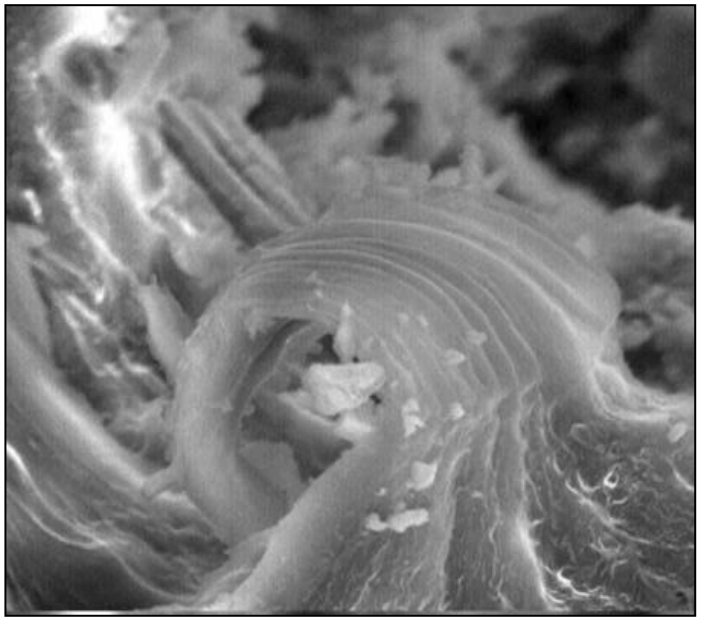
Una mezcla compleja de alcanos se aisló; Serina y Treonina (considerados como contaminantes terrestres) no se encontraron en las muestras; mayores investigaciones encontraron que algunos aminoácidos estaban presentes en exceso enantiomérico, esto llevo a sospechar sobre una contaminación terrestre, ya que sería inusual para una descomposición estéreo selectiva abióticos o la síntesis de los aminoácidos que se producen con los aminoácidos de proteínas, pero no con los no- aminoácidos de proteínas, en 1997, una nueva investigación mostró que los enantiómeros de aminoácidos individuales del Murchison fueron enriquecidos en el isótopo de Nitrógeno 15N en relación con sus homólogos terrestres, que confirmó una fuente extraterrestre de un exceso de L-enantiómero en el Sistema Solar.

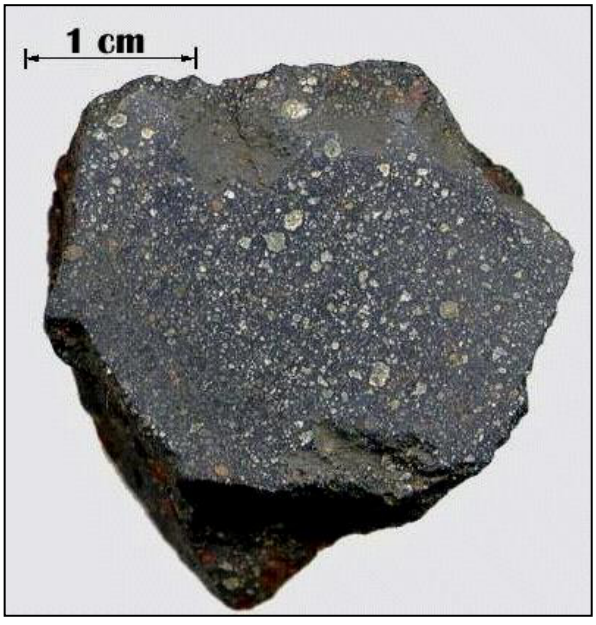


Materiales orgánicos identificados en el meteorito

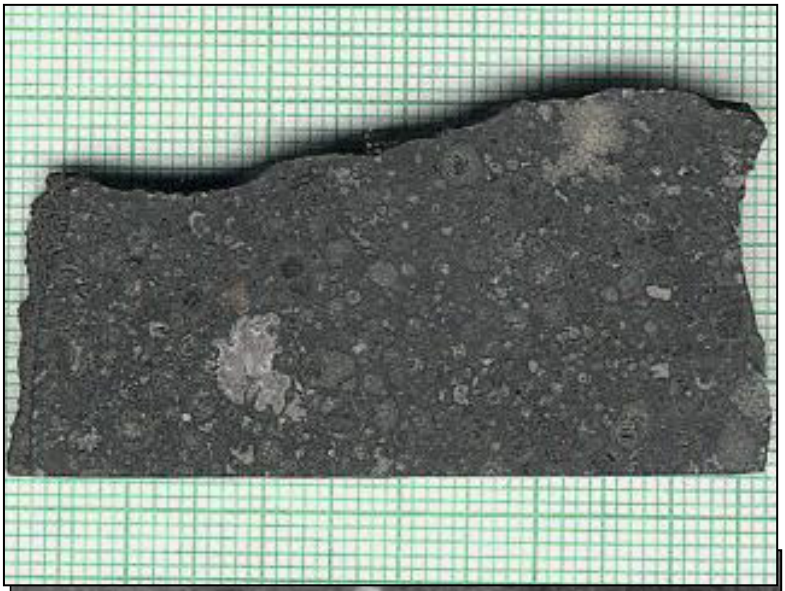
Aminoácidos 17-60 ppm, Hidrocarburos alifáticos (+35 partes por millon (ppm)), Hidrocarburos aromáticos (+3319 ppm), Fullerenos (+100), Ácidos carboxílicos (+300 ppm), Ácidos hidroxicarboxılicos 15 ppm, Purinas y Pirimidinas 1,3 ppm, Alcoholes 11 ppm, Ácidos sulfónicos 68 ppm, Ácidos fosfónicos 2 ppm.

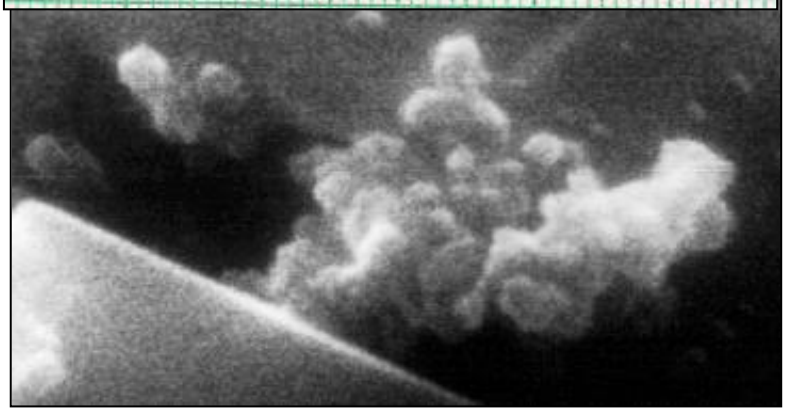
Varias líneas de evidencia indican que las porciones interiores de fragmentos bien conservados de Murchison son impecables, un estudio de 2010, con el uso de herramientas de análisis de alta resolución, incluyendo la espectroscopía, identificó 14000 compuestos moleculares y 70 aminoácidos en una muestra.





Meteorito Allende



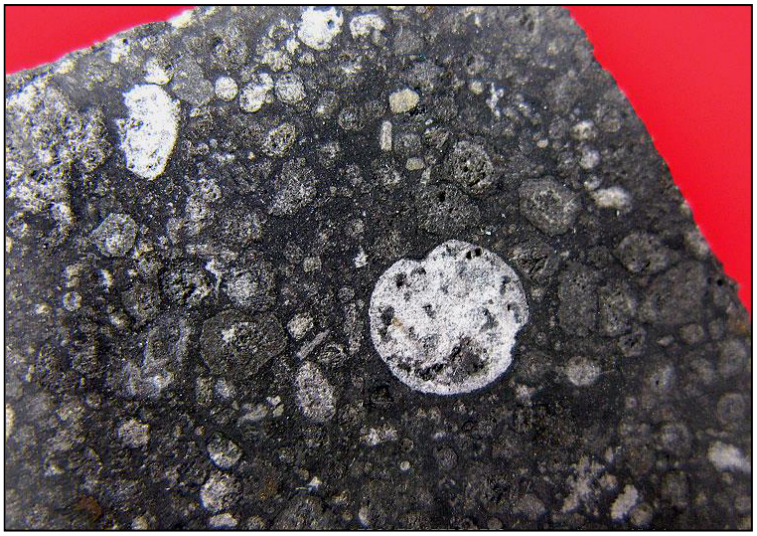


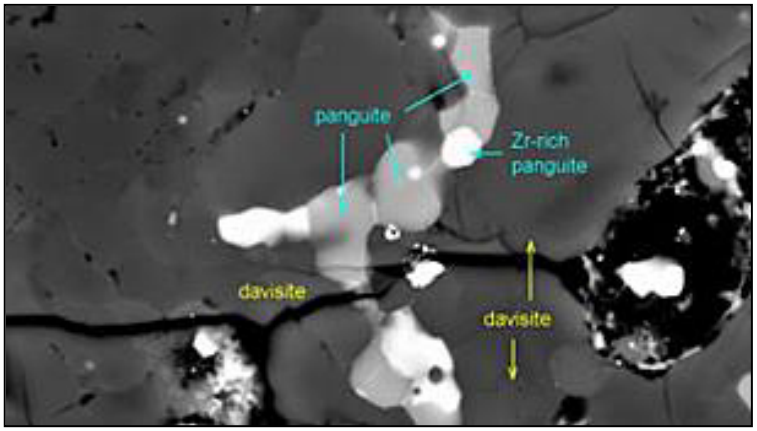
El meteorito Allende es la mayor condrita carbonosa que se ha encontrado en la Tierra (7 tn) cayó el 8-02-1969 en el estado mexicano de Chihuahua, este meteorito formado del polvo nebular y gas durante la formación temprana del Sistema Solar.

Allende contiene cóndrulos y CAI que se estiman en 4567 millones años de edad, el más antiguo conocido, este material es de 30 millones de años mayor que la Tierra y 287 millones años más antiguo que la roca más antigua conocida en la Tierra, ha revelado información sobre las condiciones imperantes durante la formación temprana de nuestro Sistema Solar.

Condritas carbonáceas, como Allende, son los meteoritos más primitivos y contienen la materia conocida más primitiva, se han sometido a la menor mezcla y refusión desde las primeras etapas de la formación del Sistema Solar, por este motivo, su edad se toma con frecuencia.

Estudios revelaron una matriz oscura integrada a lo largo de cóndrulos de color más claro, estas pequeñas esférulas pétreas se encuentran sólo en los meteoritos y no en las rocas terrestres (se denominan a esta clase meteoritos condríticos), también se observaron inclusiones blancas, hasta varios cm de tamaño, que varían en forma desde esférica hasta altamente irregular, estas son conocidas como inclusiones de calcio-ricos en aluminio y silicatos minerales de oxido (CAI) diferenciándose de muchas otras rocas condritas, Allende está casi completamente ausente de metales como Hierro o Níquel.





La matriz y los cóndrulos se componen de muchos minerales diferentes, principalmente olivino y piroxeno; Allende se clasifica como una condrita carbonosa CV3 (la composición química, que es rica en elementos refractarios como el Calcio, Aluminio, y Titanio, pobres en elementos relativamente volátiles como el Sodio y Potasio) la falta de efectos secundarios de calentamiento es consistente con los denominados petrológico tipo 3.

Al igual que la mayoría de condritas carbonáceas del tipo CV, Allende está enriquecido en el isótopo de oxígeno O-16 en relación con los isótopos menos abundantes, S-17 y S-18, investigaciones recientes anunciaron el descubrimiento de otra inclusión apodada Panguite (un tipo hasta ahora desconocido de mineral de dióxido de titanio).

Un examen minucioso de los cóndrulos en 1971, reveló diminutas marcas negras que estaban ausentes de la matriz y se interpreta como evidencia de daño por radiación. Estructuras similares han aparecido en los basaltos lunares, pero no en sus equivalentes terrestres que se han proyectado de la radiación cósmica por la atmósfera de la Tierra y el campo geomagnético, de esta manera parece que la irradiación de los cóndrulos sucedió después de que se habían solidificado, pero antes de la acumulación de materia fría, que se llevó a cabo durante las primeras etapas de la formación del Sistema Solar.

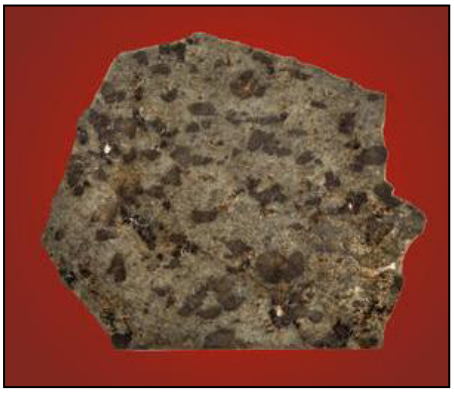
Se cree que el descubrimiento en 1977, de las nuevas formas de los elementos Calcio, Bario y Neodimio en el meteorito de demuestran que esos elementos provienen de alguna fuente externa a principios de nubes de gas y polvo que formó el Sistema Solar. Esto apoya la teoría de que ondas de choque de una supernova pudieron o contribuyeron a la formación del Sistema Solar.

Estudios posteriores encontraron relaciones isotópicas de Kriptón, Xenón, Nitrógeno, a partir de muchos estudios con resultados similares, se sabe que había una gran cantidad de sustancias en el disco pre-solar que se presenta como polvo de las estrellas cercanas, incluyendo novas, supernovas y gigantes rojas.

Meteoritos provenientes de Marte

En toda la historia de la astronomía se han encontrado en la Tierra 113 meteoritos provenientes de Marte entre ellos los meteoritos AHL 77005, AHL 84001, Chassigny, Dar al Gani, Dhofar, EETA 79001 A y B, Governador Valadares, Grove Mountains, Jiddat al Harasis 479, Ksar Ghilane 002, Lafayette, Los Angeles, LAR 06319, LEW 88516, Nakhla, QUE 94201, NWA, Sayh al Uhaymir, Zagami, Tissint, RBT 04261, Yamato, Shergotty, han caído en nuestro planeta en lugares tan dispares como los grandes y áridos desiertos hasta en la helada superficie antártica, de todos ellos, cinco fueron observados en su reentrada atmosférica.

Grove Mountains (Antártida)



Dar al Gani (Sahara)

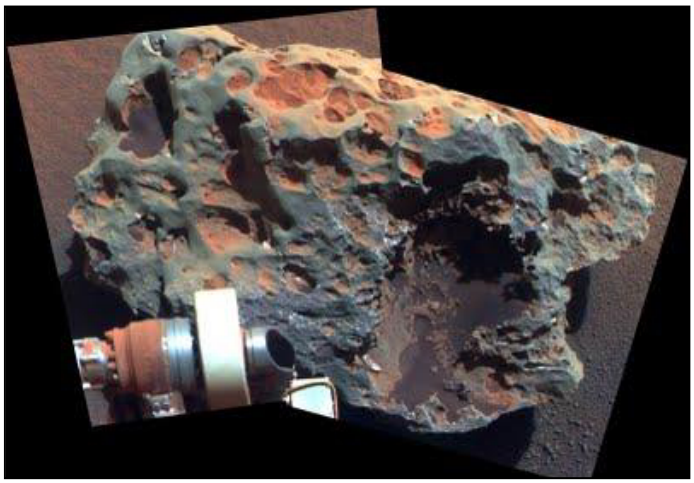
Yamato (Antártida)

NWA 2737 (N-O de África)

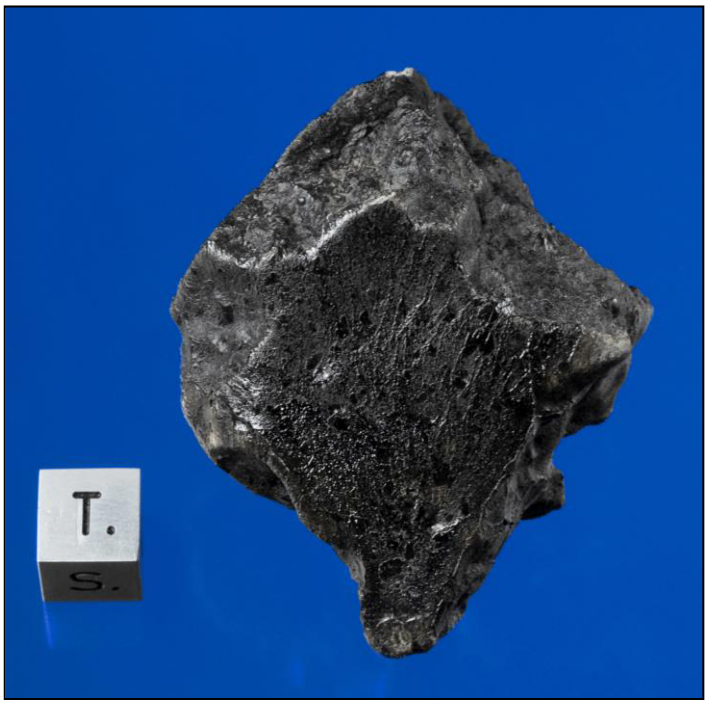
NWA 2975 (N-O de África)

NWA 4468 (N-O de África)

Desde que se encontró el primero a principios del siglo XIX, todos ellos han sido estudiados en profundidad por la ciencia, pero nadie ha logrado demostrar de qué parte del planeta rojo provienen, de hecho, los últimos datos tomados por los rovers que surcan la superficie marciana sugieren una discordancia entre los análisis geoquímicos de los bólidos encontrados en la Tierra y los encontrados en la superficie de Marte por los rovers -que están cocinados por la luz UV- (foto abajo).



Meteorito Tissint (NWA 7034)

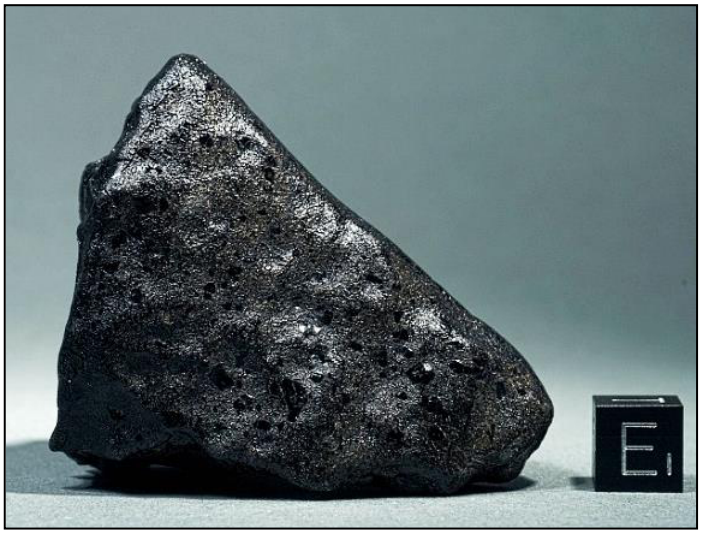


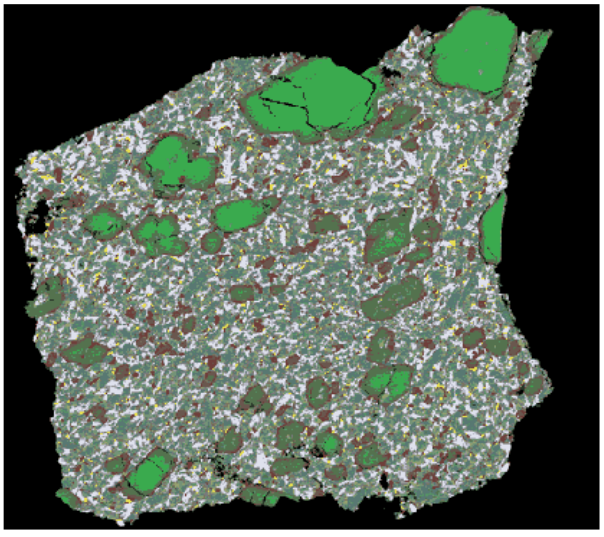
El de mayor tamaño encontrado; posee 7 Kg de material rocoso y su caída fue observada el 18-07-2011 sobre el Valle de Oued Draa, Marruecos, tres meses después de su impacto terrestre, nómadas hallaron piedras recubiertas por una corteza negra con crestas en la capa exterior y algunas zonas más brillantes. Otras tenían una corteza más delgada y algunas que se fragmentaron mostraban zonas grisáceas con macrocristales de olivino amarillo muy pálido y pequeños focos de vetas muy finas de cristal negro, estudios científicos comprobaron que el material meteorítico (fragmentos de hasta casi 1 Kg) aún no había sido contaminado.

Se cree que este meteorito fue eyectado de la superficie marciana hace aproximadamente unos 700000 años y los análisis han develado que Tissint tiene una gran cantidad de vidrio negro que puede contener suelo marciano.

Las muestras estudiadas tienen evidencias de tres componentes distintos derivados del interior, la superficie y la atmósfera de Marte.

Para explicar la naturaleza de la composición de Tissint, los científicos proponen que la roca fue desgastada por los fluidos en la superficie del planeta rojo, que atravesaron el suelo marciano en otras épocas, estos fluidos se depositaron posteriormente en las fisuras y grietas de la roca, lo cual es algo nunca antes visto en un meteorito marciano.





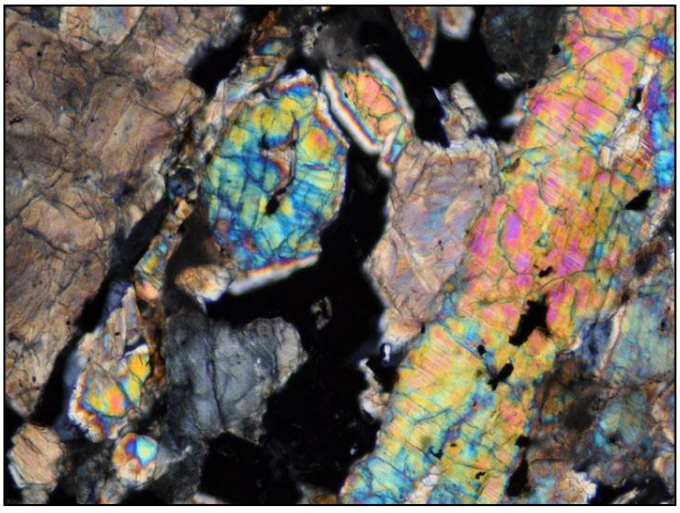
Meteorito Zagami

El 03-10-1962, en Zagami, Nigeria, cae el que sería el mayor meteorito proveniente de Marte, dejando un cráter de 2 m de profundidad, la masa recuperada fue de 18 Kg, en aquel momento, esta clase de meteorito se catalogó como meteorito acondrito.

Los meteoritos acondritos son muy diferentes a los demás meteoritos; principalmente, esta diferencia de debe a la carencia de cóndrulos (primeros sólidos formados en el Sistema Solar) la ausencia de estos cóndrulos, la datación, examinación y comparación del Zagami con otras muestras ayudaron a determinar que estos meteoritos provenían de cuerpos muchos mas grande que los asteroides, ya que su similitud era comparada con algunas muestras terrestres.

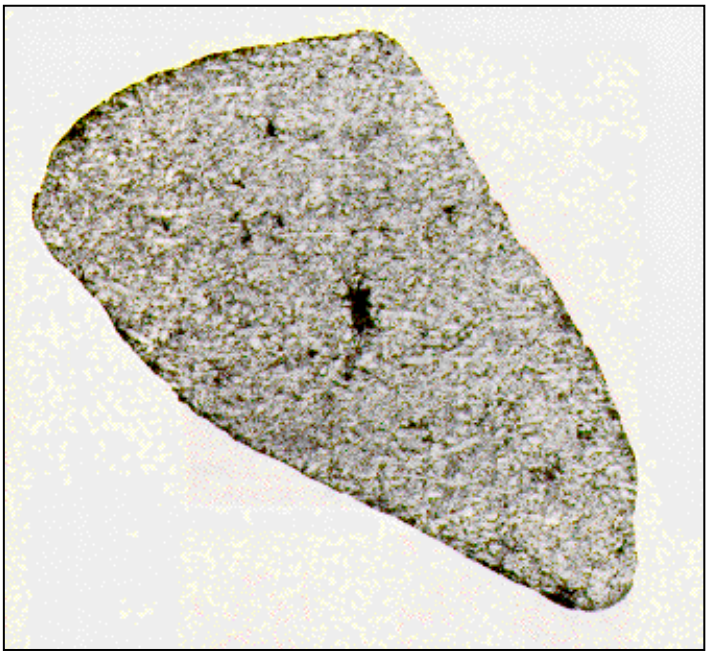
Todos los datos obtenidos de la superficie marciana por las naves Viking en 1976, fueron comparados con distintas muestras de meteoritos acondritos encontrados en la Tierra.

Meteorito Zagami al microscopio



El meteorito Zagami se formó en la superficie de Marte, proveniente de rocas volcánicas o lava volcánica (basaltos) que fueron expulsadas por volcanes marcianos, se cree que este basalto marciano, se precristalizo debido a un impacto en la superficie del planeta generando una presión aproximada de 75/90 Gigapascales y logro subir la temperatura superficial del planeta a 1500 ºC, expulsando rocas al espacio, este meteorito posee una composición de 0,043 % de H_2O, (Kaersutite) también cuenta con presencia de gases de la atmósfera marciana atrapados en su interior, propiedades magnéticas residuales, se denomina de clase shergottita máfica enriquecida.

Meteorito Shergotty

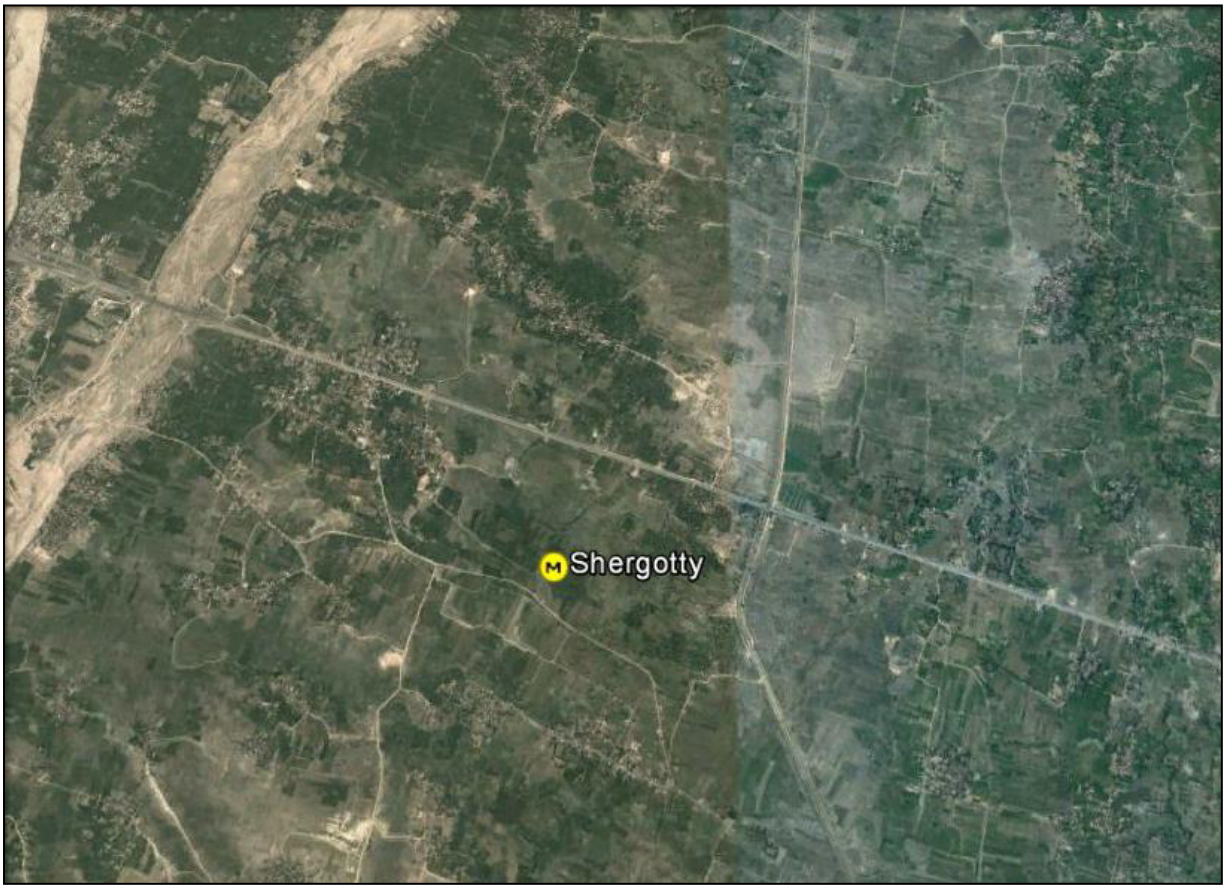


El meteorito Shergotty (su nombre se debe al lugar donde cayó, en Sherghotty, India el 25-08-1865) tenía una masa de 4 Kg, está compuesto de piroxeno y se calcula fue formado en Marte hace 165 millones de años, ciertas características de este meteorito sugieren la presencia de restos de membranas o películas de posible origen biológico, pero la interpretación de sus formas mineralizadas varía, este meteorito creó una nueva clase de rocas espaciales denominadas Shergottites.

Shergottites son rocas ígneas de litología máficas a ultramáficas (*) se dividen en tres grupos principales, el basalto, olivino phyric y shergottites lherzolitas, por su tamaño de los cristales y el contenido mineral, se pueden clasificar alternativamente en tres o cuatro grupos en función de su contenido de elementos de tierras raras.

(*) Máfico: Adjetivo que se aplica a un silicato o roca que es rico en magnesio y hierro (la palabra deriva de la contracción de "magnesio" y "férrico").

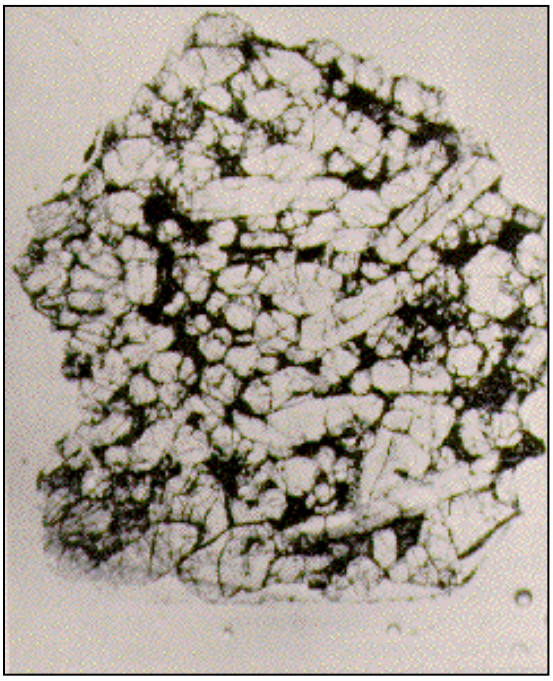
Los Shergottites parecen haberse cristalizado hasta hace 180 millones de años, que es una edad joven teniendo en cuenta lo antiguo que la mayoría de la superficie de Marte parece ser, debido a esto, algunos han defendido la idea de que los Shergottites son mucho más antiguos que el planeta.



Meteorito Gobernador Valadares

Este meteorito de 158 gr (del tipo Nakhlite) fue encontrado en 1958 cerca de Governador Valadares, Minas Gerais, Brasil, el único espécimen parece brillante y bien conservado, aunque muy frágil, estas características llevaron a la conclusión de que debe haber sido recogido poco tiempo después de la caída., la muestra está casi completamente cubierta por una capa negra y vidriosa, posee olivino, piroxeno, vidrio y trazas de sales, tiene una composición química de Carbón y Nitrógeno y es rico en magnetita

Completando un exhaustivo estudio sobre la edad de exposición de rayos cósmicos en el meteorito, en 2011 se calculó en 10 a 12 millones de años, verificando que los meteoritos de tipos Nakhlites y Chassigny salieron de Marte al mismo tiempo.



Meteorito Nakhla

El meteorito Nakhla, cayó en El-Nakhla, Alejandría, Egipto, en 1911, tenía un peso estimado de 10 Kg.

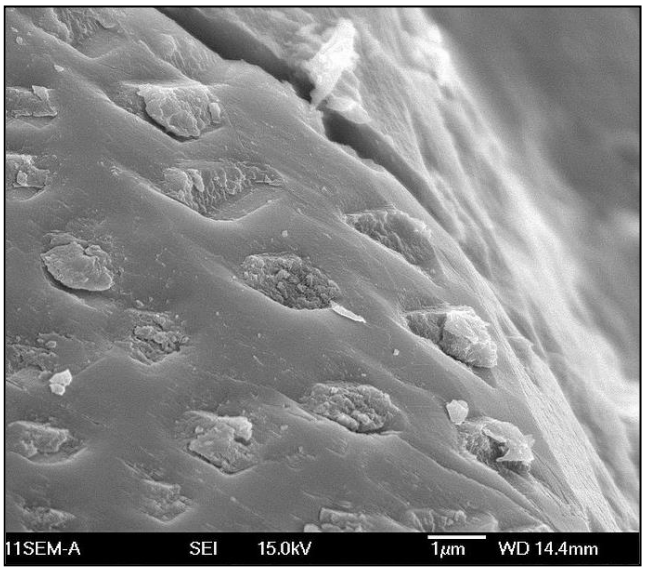
Los meteoritos del tipo Nakhlitas son rocas ígneas que son ricas en augita y se forman a partir de magma basáltico hace unos 1,3 millones de años, contienen cristales de olivino y augita, sus edades de cristalización, en comparación con una cronología de acuerdo a cráteres de diferentes regiones de Marte, sugieren que los Nakhlitas fueron formados en la gran construcción volcánica de Tharsis o bien, Elysium o Syrtis Major.

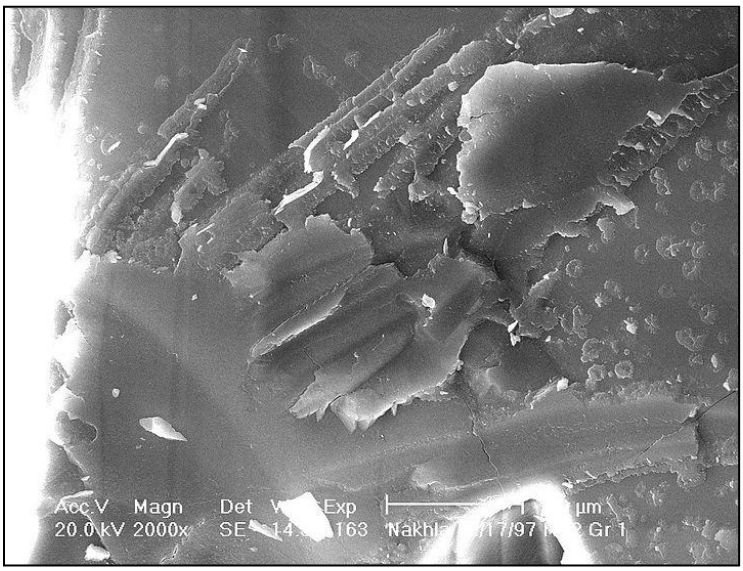
Se ha demostrado que la clase de meteoritos denominados Nakhlitas fueron bañados con H_2O líquida hace unos 620 millones de años aproximadamente y que fueron expulsados de Marte hace 10 millones de años por el impacto de un asteroide, cayeron en nuestro planeta en los últimos 10000 años.

En marzo de 1999, después de recibir parte de los meteoritos del Museo Británico en 1998, un equipo del Centro Espacial Johnson de la NASA examinó el meteorito Nakhla utilizando un microscopio óptico y un potente microscopio electrónico de barrido (SEM) revelando formas biomórficas de un rango de tamaño limitado, entre otras características.

El Museo de Historia Natural de Londres (que tiene varios fragmentos intactos del meteorito) permitió a los investigadores de la NASA romper uno, abriéndolo en el año 2006; ofreció nuevas muestras relativamente libres de la contaminación de origen terrestre, se encontró una gran cantidad de material carbonoso complejo que ocupa los poros y canales dendríticas en la roca que recuerdan a los efectos de las bacterias observadas en las rocas terrestres.

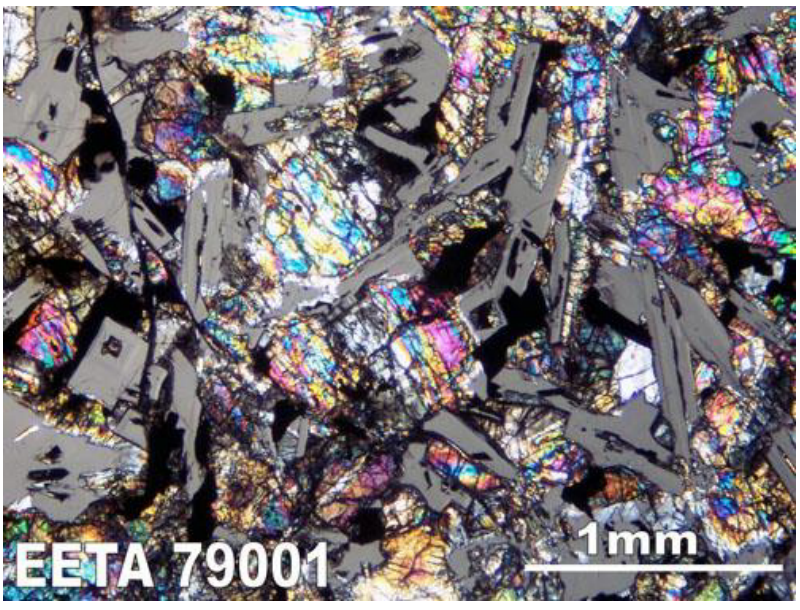
El debate fue abierto por algunos en la 37° Conferencia de Ciencia Lunar y Planetaria en marzo de 2006 en Houston, Texas, que postula que el contenido rico en Carbono dentro de los poros de las rocas y hace alusión a los restos de materia viva, sin embargo, dado que el Carbono es el cuarto elemento más abundante del Universo (después del Hidrógeno, Helio y Oxígeno) la presencia de formas que recuerdan a los seres vivos en sí, ha demostrado ser insuficiente para convencer a todos los científicos que las bacterias una vez vivieron en Marte; en 1999, varios aminoácidos fueron aislados del fragmento de meteorito estudiado en el Johnson Space Center, entre ellos fueron el ácido aspártico, ácido glutámico, glicina, alaninas, y ácido butírico, sin embargo, no está claro si eran originalmente producto de la contaminación terrestre.

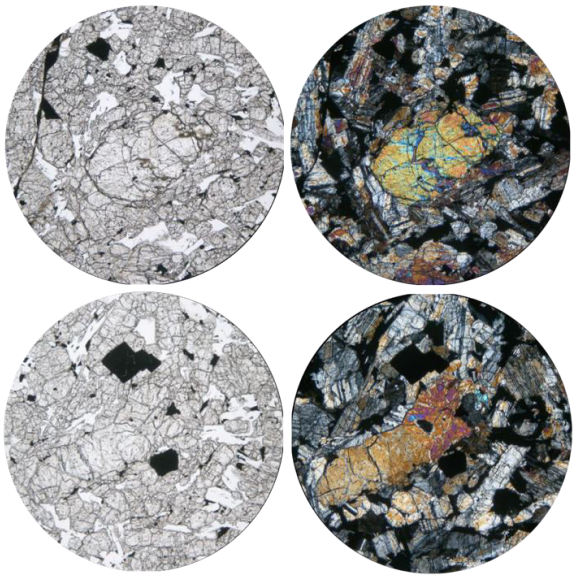




Meteorito EETA-79001

Hallado en la Antártida el 13-01-1980, con sus 7,9 Kg es el segundo meteorito marciano más grande; es del tipo Shergottite y tiene una antigüedad de 180 millones de años (se calcula llegó a la Tierra hace unos 600000 años) en 1983 geoquímicos de Johnson Space Center (NASA) anunciaron que la composición de los gases contenidos en el meteorito EETA-7900 coincidían con la atmósfera marciana estudiada por las naves Viking en 1976, hallando las mismas cantidades de gases con las mismas proporciones isotópicas; se cree que el impacto que expulsó de Marte al meteorito lo fundió parcialmente y los glóbulos de magma (de solo algunos cm) capturaron el aire marciano

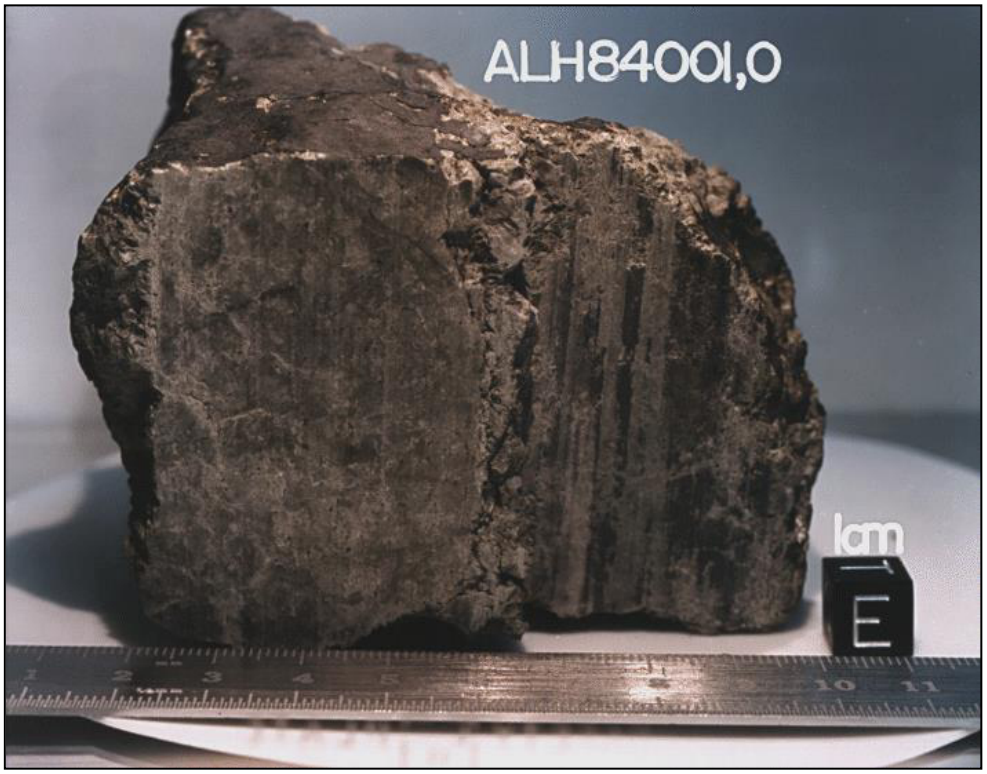


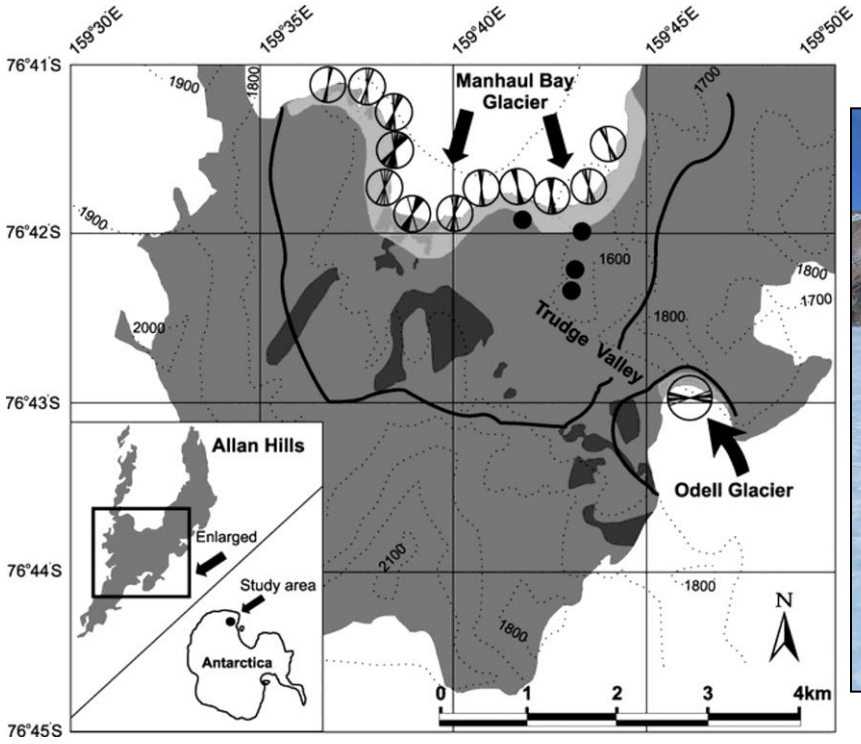


Meteorito Allan Hills (ALH-84001)

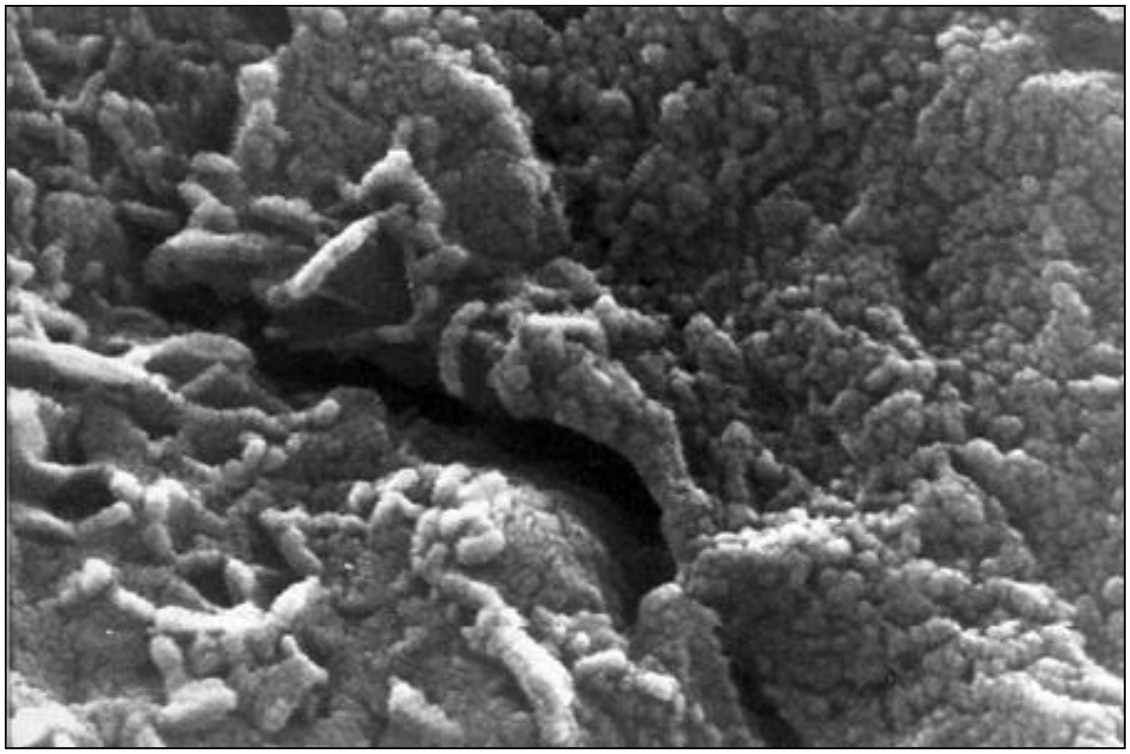
Descubierto en las Colinas Hallan, Antártida el 27-12-1984 por una expedición del Instituto Smithsoniano es una diogenita de color rosa oscuro de 1,93 Kg; se estima que se formó en Marte hace 4500 millones de años y que H_2O líquida, rica en dióxido de Carbono, se filtró en su interior hace unos 3600 millones de años.

Marte recibió el impacto de un meteorito hace unos 16 millones de años que expulsó al ALH-84001 fuera del planeta y después de vagar por el espacio exterior, llegó a la Tierra hace unos 13000 años, contiene el isótopo Nitrógeno-15 en cantidades muy similares a las halladas en la atmósfera de Marte y desconocidas en el resto de lugares del Sistema Solar analizados.

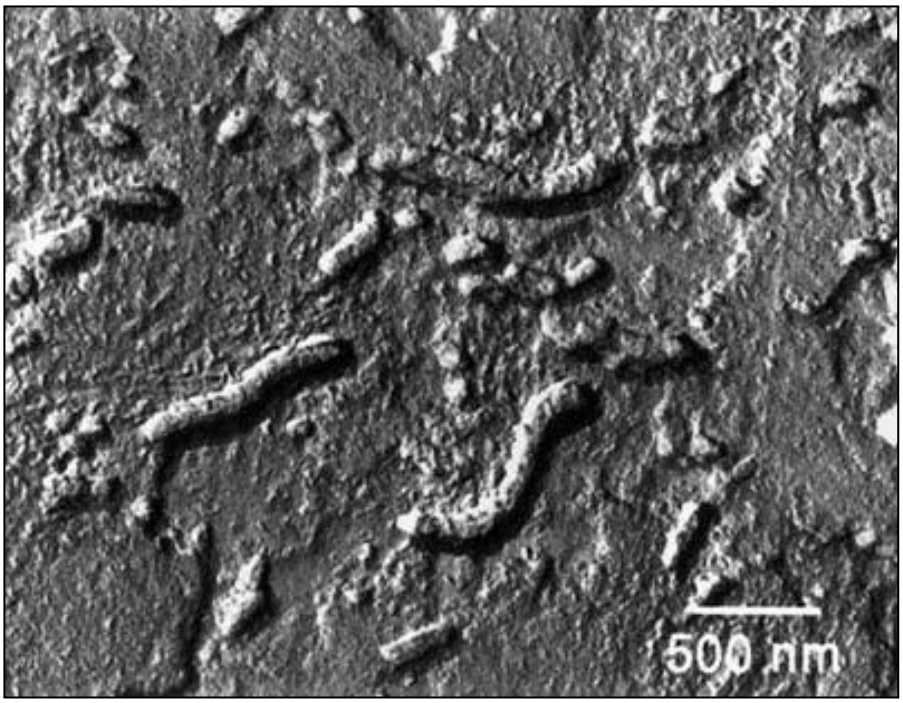




ALH-84001 tiene un tipo de roca diferente de otros meteoritos marcianos, es un orthopyroxenite (una roca ígnea compuesta predominantemente de ortopiroxenos) por esta razón, se clasifica dentro de su propio grupo, los meteoritos marcianos OPX, recibió mucha atención después de que un microscopio electrónico reveló estructuras que se consideraban los restos fósiles de formas de vida como las bacterias.



A partir de 2005, el consenso científico fue que los microfósiles no eran indicativos de vida en Marte, sino que contaminación por biofilms terrenales; en 2009 nuevos análisis descartaron orígenes terrenales y no biológicos, presentando una fuerte evidencia de vida en Marte ALH-84001 es tan antiguo como los grupos Shergottite basálticos e intermedios, de edades aproximadamente de 4,1 millones de años.

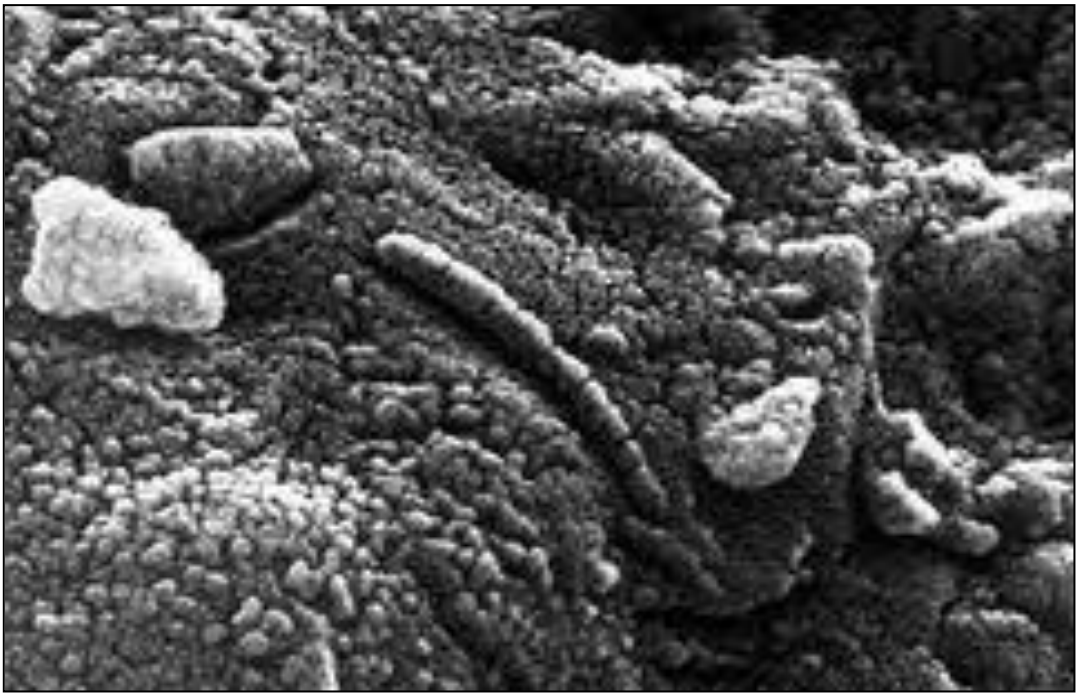


El análisis de ALH-84001, sugiere que contiene estructuras que

podrían haber sido causadas por formas de vida microscópica (hasta la fecha la única indicación de vida extraterrestre y aún es muy controvertida) las grietas en la roca parecen haberse llenado de materiales carbonatados (implica que estuvo presente H_2O subterránea) entre 4 y 3,6 millones de años, la evidencia de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) se han identificado con los niveles crecientes de distancia desde la superficie, otros meteoritos antárticos no contienen HAP, la contaminación terrestre debe presumiblemente ser más alta en la superficie, varios minerales en el relleno de la grieta se depositan en fases, en concreto, el Hierro depositado como magnetita afirma que es típico de biodepositación en la Tierra.

También posee pequeñas estructuras ovoides y tubulares que podrían ser fósiles de nanobacterias en material de carbonato, investigadores describieron varios conjuntos de bacterias terrestres importantes, examinaron a ALH-84001 y opinaron que las estructuras son demasiado pequeñas para ser bacterias terrestres y no se ven sobre todo como formas de vida, son similares en tamaño a nanobacterias terrestres.

Muchos estudios cuestionaron la validez de los fósiles, se encontró que la mayor parte de la materia orgánica en el meteorito era de origen terrestre, sin embargo, un estudio reciente sugiere que la magnetita podría haber sido producida por microbios marcianos, el estudio, fue publicado en la revista de la Sociedad Meteorítica y Geoquímica, utilizando el microscopio electrónico de alta resolución más avanzado en 1996.



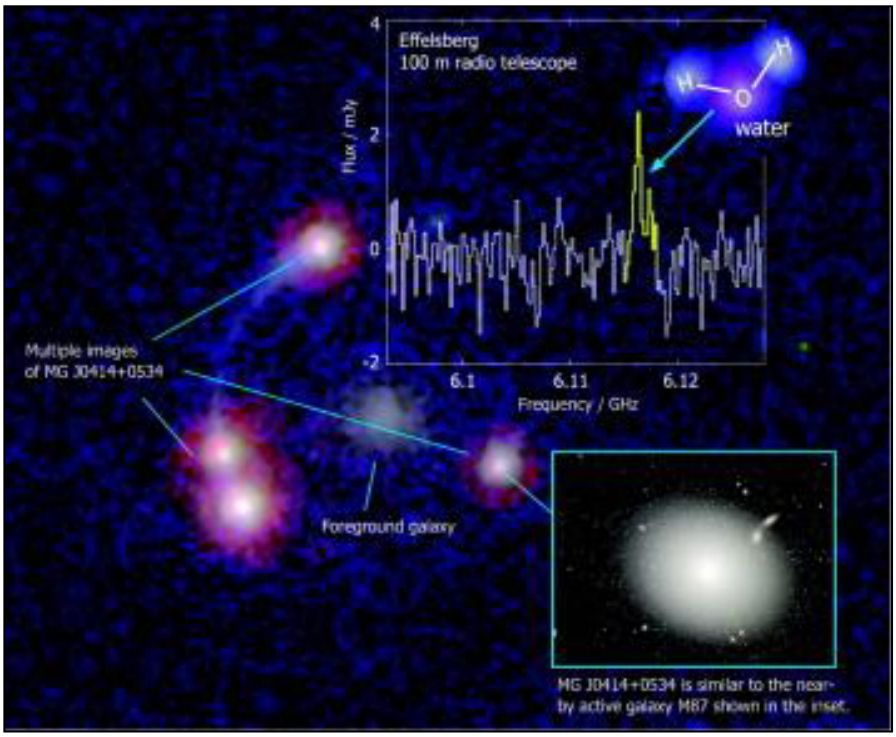
Agua en el Universo

En enero de 2009 un grupo de astrónomos encontraron moléculas de H_2O a una distancia de la Tierra nunca antes vista, en una galaxia a más de 11 billones de A. L. de nuestro planeta, con anterioridad, el H_2O a mayor distancia había sido detectada en una galaxia a menos de 7 billones de A. L. de la Tierra.

Utilizando el gran telescopio de 100 m de diámetro ubicado en Effelsberg, Alemania, y el VLA (Very Large Array) situado en Nuevo México, Estados Unidos) se detectó una señal parecida a una huella digital de radio, indicadora de moléculas de H_2O en esa galaxia distante.

La galaxia MG J0414+0534 alberga un quásar en su núcleo, en la zona cercana a ese núcleo, las moléculas de H_2O actúan como un máser (equivalente en radio al láser) que amplifican ondas de radio en una frecuencia específica.

Radiotelescopio Effelsberg



Los astrónomos dijeron que su descubrimiento indica que estos másers gigantes de H_2O fueron más comunes en el Universo temprano que en la actualidad.

A la enorme distancia que existe entre esta galaxia y la Tierra, ni la amplificación de las ondas de radio formadas por los másers podría haber hecho a estas ondas lo suficientemente intensas, para ser detectadas por los radiotelescopios, para este caso, los científicos obtuvieron ayuda de la naturaleza mediante, otra Galaxia, ubicada a 8 billones de A. L. de distancia, sobre la línea de visión entre MG J0414+0534 y la Tierra; la gravedad de esta galaxia situada en primer plano, sirvió como un lente gravitacional que permitió observar en detalle la galaxia ubicada a una mayor distancia, lo que permitió hacer visible en los radiotelescopios la emisión de moléculas de H_2O.

Los astrónomos detectaron inicialmente la señal proveniente del H_2O con el radiotelescopio Effelsberg, posteriormente, utilizaron la capacidad más detallada de imagen que posee el VLA y así confirmaron que este fenómeno provenía de la galaxia lejana, los lentes gravitacionales produjeron no tan sólo una, sino cuatro imágenes de MG J0414+0534 vistas desde la Tierra.

Mediante el uso del VLA, los científicos encontraron la frecuencia específica atribuible a los masers de H_2O en las dos imágenes más brillantes de las cuatro observadas, las otras dos imágenes, dijeron los expertos, eran demasiado débiles para detectar la señal de H_2O.

La frecuencia de las ondas de radio emitidas por las moléculas de H_2O sufrió una variación debido a la expansión del Universo disminuyendo desde los 22.2 GHz a los 6.1 GHz.

Los masers de H_2O han sido encontrados en numerosas galaxias a menores distancias, típicamente se piensa que surgen en discos de moléculas orbitando cerca de un agujero negro supermasivo en el núcleo de la galaxia.

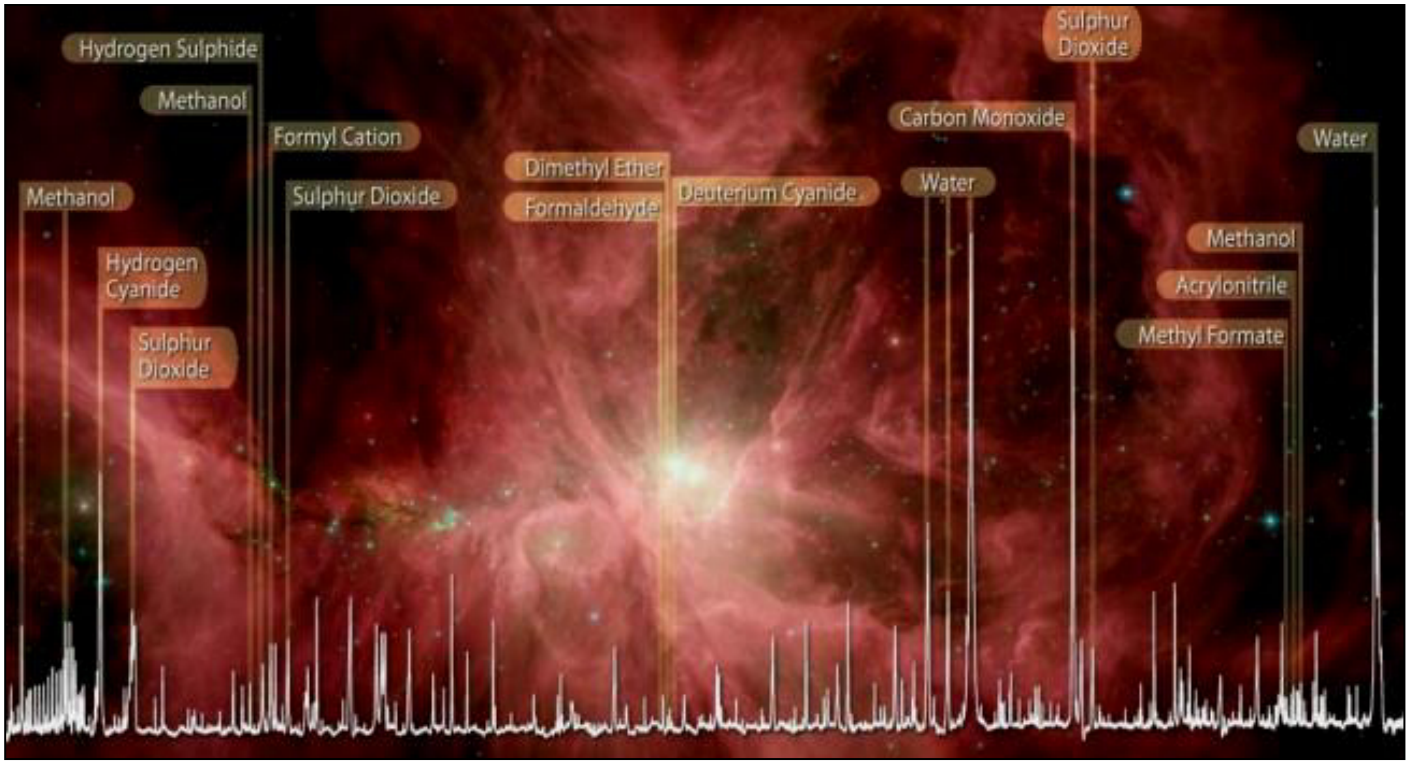
La radioemisión amplificada es observada más a menudo cuando el disco orbitante es visto de canto, sin embargo, los astrónomos dijeron que MG J0414+0534 está orientada con el disco casi de frente (visto desde la Tierra) esto podría significar que las moléculas de H_2O que se ve en los masers no están en el disco, pero sí en los chorros súper rápidos de material que es expulsado por la fuerza gravitacional del agujero negro.

Nebulosa de Orión

El Telescopio Espacial Herschel (ESA) anunció el hallazgo de productos químicos orgánicos, señales de vida, en la nebulosa de Orión, situada a unos 1500 A. L. de la Tierra, los datos recogidos por el observatorio mostraban el patrón de picos de varias moléculas que sostienen la vida, como lo son agua, monóxido de Carbono, metanol, ácido cianhídrico, óxido de Azufre y dióxido de Azufre, entre otros.

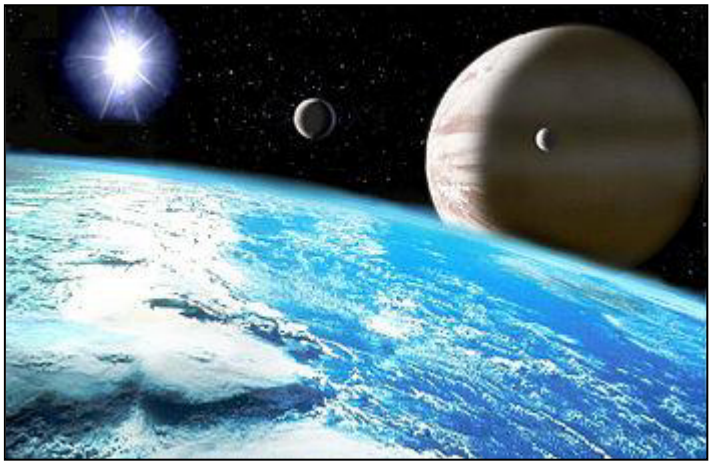
Mediante el análisis del espectro de la luz de la nebulosa que es captada por el Telescopio Herschel, los astrónomos emplean una técnica llamada espectroscopía que relaciona la radiación electromagnética con la materia, de esta manera se puede establecer trazas de elementos y moléculas a partir del análisis de la luz.

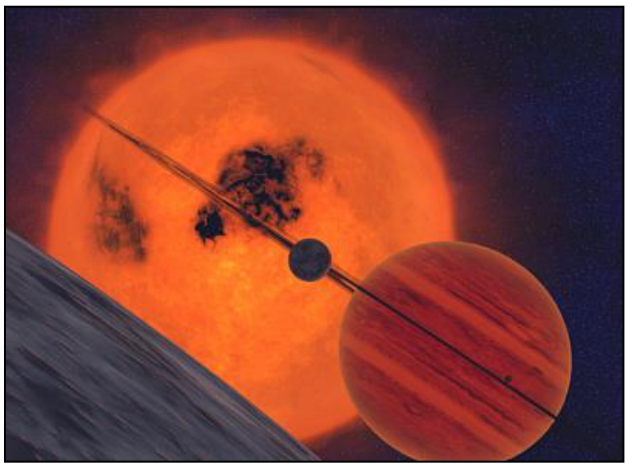
La presencia de H_2O, monóxido de Carbono o metanol no es garantía de que vaya a florecer la vida, pero si sacáramos la espectrografía de la Tierra en la actualidad arrojaría un resultado bastante similar.



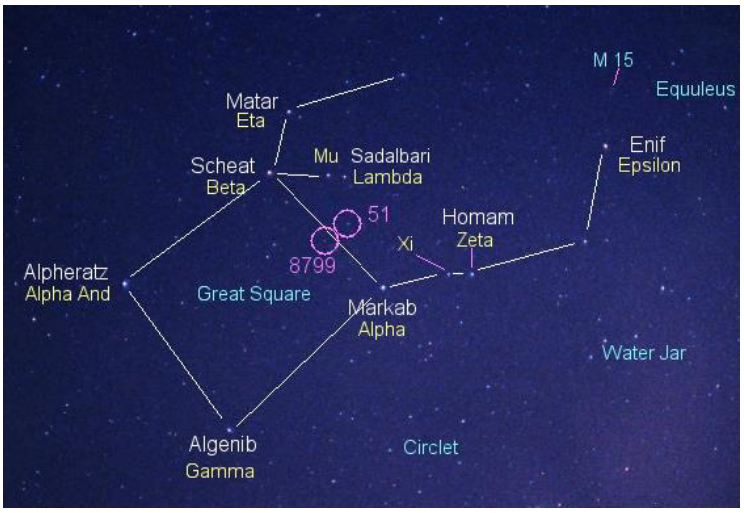
Planetas extrasolares

Fuera del Sistema Solar podemos ver las estrellas, pero las hemos eliminado como semillero de vida, tal vez podríamos encontrar semilleros si pudiésemos inspeccionar las superficies de los planetas que giran en torno de algunas estrellas, de los que existen muchos planetas extrasolares, como también podría existir la posibilidad de encontrar algún rastro de vida si tuviésemos la tecnología necesaria como para estudiar detalladamente estos planetas, aunque en algunos casos se ha detectado la presencia de vapor de agua con observación de grandes telescopios en órbita terrestre.



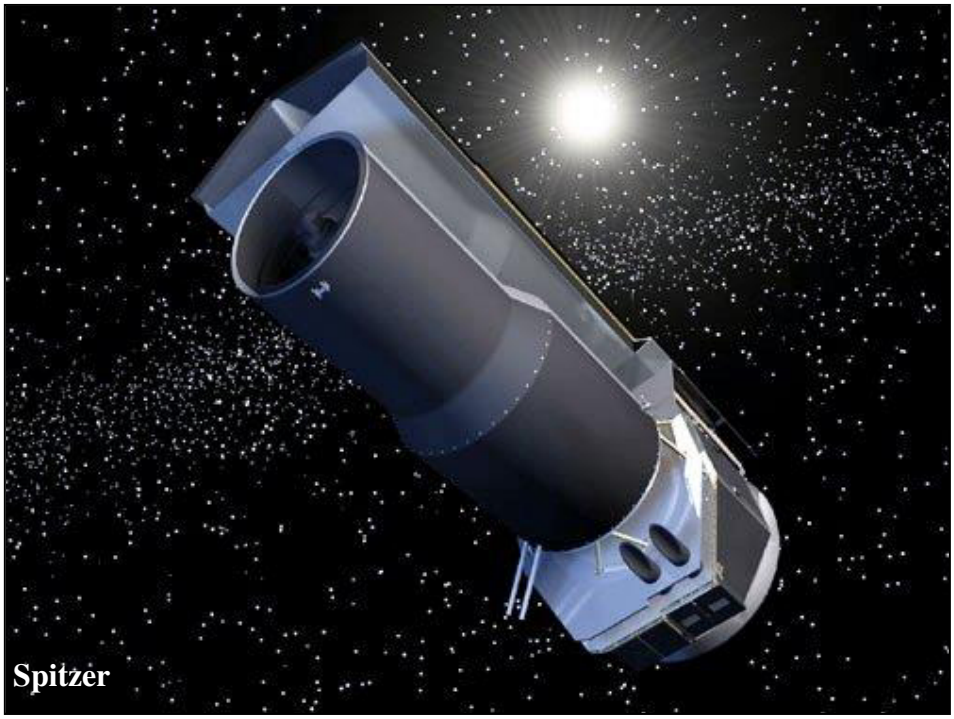


El descubrimiento de planetas extrasolares es un acontecimiento bastante reciente, aunque la búsqueda sistemática comenzó en 1988 por parte de Geoffrey Marcy y Paul Butler (el equipo que más planetas extrasolares ha descubierto hasta el momento) el primer planeta extrasolar o exoplaneta (51 Pegasi) fue detectado en 1995, por Michel Mayor y Didier Queloz en el Observatorio de Haute-Provence, desde entonces se han ido sucediendo los descubrimientos sin parar, hasta llegar a más de 500 planetas extrasolares que se conocen hasta el momento.



Pero observar planetas directamente no es algo fácil, la existencia de planetas extrasolares se ha deducido en primera instancia a partir de pruebas indirectas, no obstante, existen varios proyectos futuros que permitirán observar estos planetas en el visible o en el infrarrojo, a partir de ahí se podrían obtener algunos datos que permitan deducir si dichos planetas alojan vida o no.

En marzo de 2005 el Telescopio Espacial Spitzer observó dos de estos planetas extrasolares en el IR, los planetas en cuestión son HD 209458b y TrES-1, para observar la radiación infrarroja primero se observó la luz procedente de la estrella y el planeta, y luego la luz de la estrella cuando el planeta estaba tapado por el astro, restando ambas observaciones es posible comprobar cuál es la radiación debida a la emisión del planeta.


Spitzer

El Telescopio Espacial Spitzer (NASA) anunció en febrero de 2006 el descubrimiento de un exoplaneta que gira alrededor de una estrella situada a 63 A.L. de la Tierra, conocido como HD 189733b, es el planeta extrasolar más cercano al Sistema Solar detectado hasta esa fecha, la temperatura en su superficie es de unos 844 ºC; según especialistas de la NASA, HD 189733b presenta la mayor emisión de calor vista hasta ahora en un exoplaneta, fue detectado por primera vez en 2005 por un equipo del Laboratorio de Astrofísica de Marsella, es 1,26 veces más grande que Júpiter y tiene una densidad de 0,75 gr/cm (es un gigante gaseoso)

En marzo de 2006 astrónomos del Proyecto OGLE (Optical Gravitational Lensing Experiment) descubrieron el exoplaneta terrestre gigante OGLE-2005-BLG-169lb, astro situado a 9000 A.L. que gira alrededor de una estrella Enana Roja a una distancia parecida a la que separa el cinturón de asteroides del Sol, se cree que este planeta helado tiene un núcleo rocoso y que su masa equivale a unas 13 masas terrestres, su temperatura superficial es de unos -200 ºC, para detectarlo se ha empleado el método de la microlente gravitacional,

En octubre de 2006 se confirmó la existencia de un planeta que gira alrededor de la estrella Epsilon Eridane (Eps Eri b) situada a 10 A. L. de distancia, siendo el planeta extrasolar más cercano descubierto hasta la fecha, tiene el doble de masa que Júpiter y orbita la estrella una vez cada 6,5 años; el descubrimiento ha sido posible gracias a las medidas astrométricas llevadas a cabo por el Telescopio Espacial Hubble, otro posible planeta alrededor de esta estrella (Eps Eri c) aún no ha sido confirmado.

En febrero de 2007 el Telescopio Espacial Spitzer detectó por primera vez líneas espectrales en el espectro de dos planetas extrasolares, HD209458b (Osiris) y HD 189733b, el método consistió en restar a la luz de la estrella más la del planeta obtenida, la luz de la estrella sola cuando el planeta pasa por detrás de ella (eclipse), en HD209458b (Osiris) se encontraron silicatos (este método solamente puede emplearse en el caso de planetas eclipsantes).

En abril de 2007 los astrónomos encontraron un planeta extrasolar (Gliese c) sólo un poco mayor que la Tierra, este planeta gira alrededor de la estrella Gliese 581, una estrella Enana Roja más pequeña que el Sol, el planeta gira a una distancia que hace posible creer que existe H_2O líquida en su superficie, la temperatura superficial podría encontrarse entre los 0 ºC y 40 ºC, los astrónomos han utilizado el telescopio de 3,6 m del Observatorio Europeo Austral de La Silla (Chile) el instrumento empleado es tan sensible que permite buscar los planetas que más interesan: pequeños, rocosos y no demasiado cercanos a su estrella, planetas parecidos a nuestra Tierra, lo que hace más posible que alberguen vida.

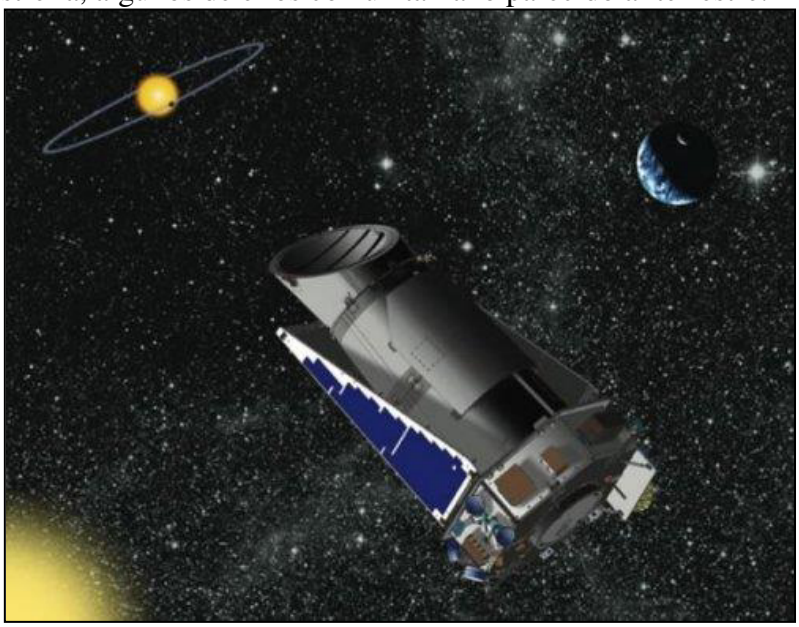
Este planeta tiene un radio estimado de 1,5 veces el radio de la Tierra, como han dicho los autores del descubrimiento, coordinados por el Observatorio de Ginebra (Suiza), este planeta será probablemente un objetivo importante de las futuras misiones dedicadas a la búsqueda de vida extraterrestre, el planeta de Gliese 581 es el planeta extrasolar más pequeño detectado hasta ahora, aunque su masa es cinco veces mayor que la de la Tierra, su período orbital es de 13 días, y se encuentra a 20,5 A.L. de distancia de la Tierra, el planeta se mueve mucho más cerca de su estrella que la Tierra del Sol, pero, como la estrella es más fría y menos luminosa, se cree que la temperatura de la superficie es parecida a la terrestre, por eso existe la posibilidad de que pudiera albergar agua líquida.

Gliese 581

Sistema planetario de Gliese 581

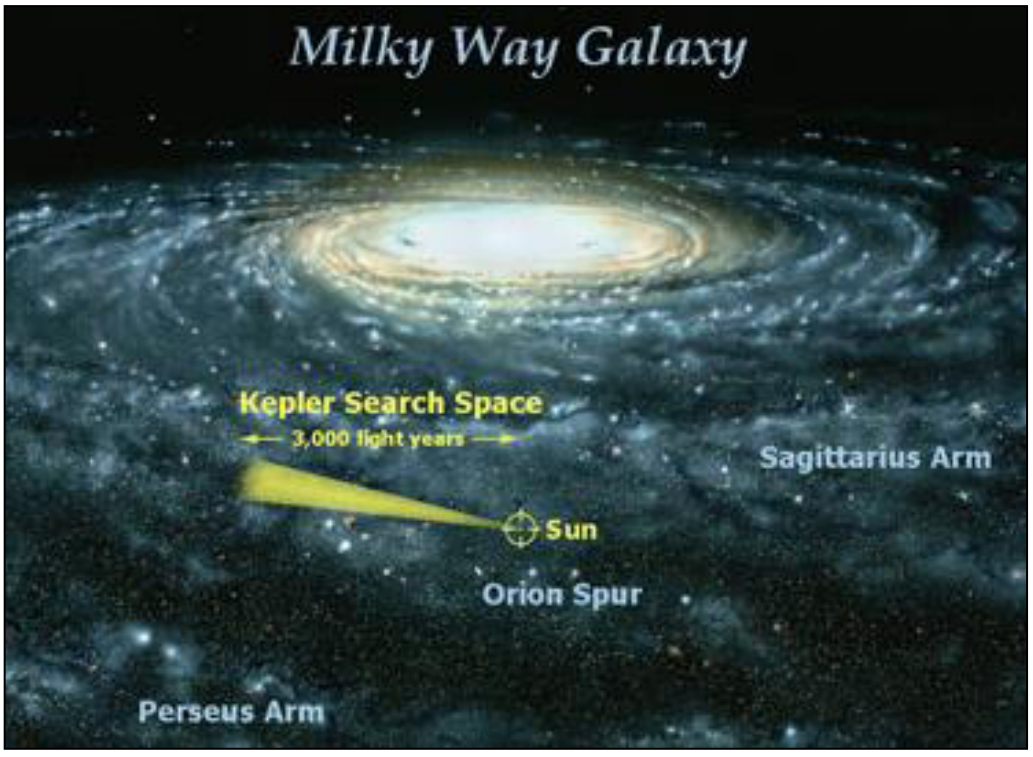
En septiembre de 2009 se hizo público el descubrimiento de un planeta extrasolar rocoso, con una masa de unas 5 masas terrestres y un diámetro de sólo 1,7 veces el diámetro terrestre, aunque está demasiado caliente para albergar vida, el exoplaneta Corot-7b, orbita tan cerca de su estrella (Corot-7) que la temperatura del lado diurno se estima en casi 2000 ºC, se encuentra a unos 500 A. L. de distancia y da una vuelta alrededor de su estrella cada 20 hrs, el exoplaneta fue descubierto por la sonda Corot, lanzada al espacio en diciembre de 2006.

En febrero de 2011 el equipo de la nave Kepler anunció el descubrimiento de más de mil candidatos a planetas extrasolares, muchos de ellos con un tamaño parecido a la Tierra y situados en la zona habitable de su sistema estelar, según expertos de la NASA, muchos de ellos se confirmarán como planetas en los próximos meses o en los próximos años, lo más destacado es la presencia de un sistema planetario con seis planetas girando alrededor de la estrella, algunos de ellos con un tamaño parecido al terrestre.

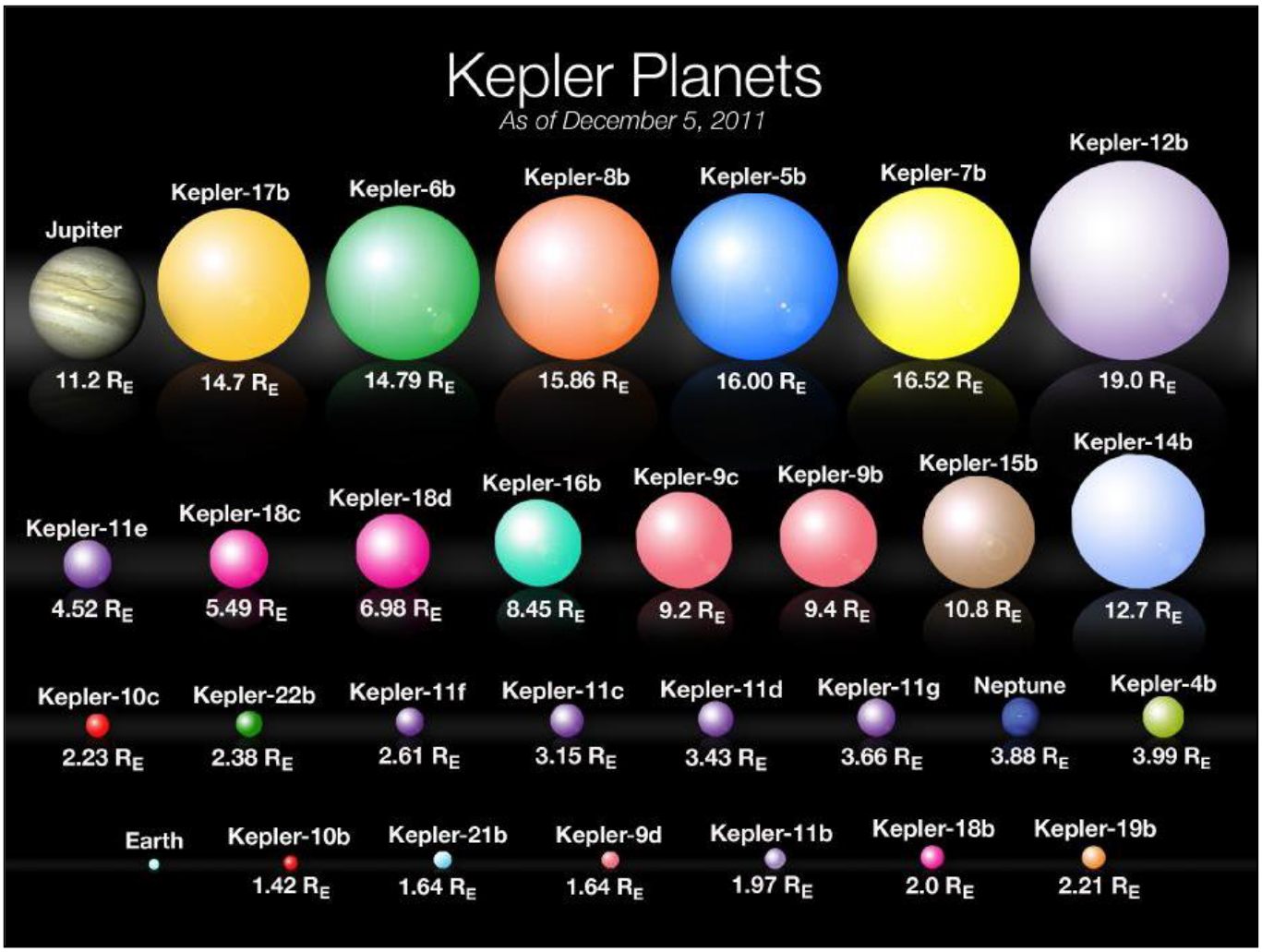


Estos seis planetas tienen inclinaciones de sus órbitas parecidas, tal y como ocurre con los planetas del Sistema Solar, lo que refuerza la idea de que los sistemas planetarios se forman a partir de un disco, es decir, que el número planetas extrasolares confirmados pasará ampliamente de los más de 500 conocidos.

En 2011 hubo un nuevo hallazgo, un planeta situado a unos 36 A. L. de la Tierra que se encuentra en la zona habitable de su estrella, de tal manera que se cree que la temperatura en su superficie podría estar en torno a los 30/50 ºC, con un elevado grado de humedad, se trata de HD85512b, una supertierra de entre 1 y 10 masas terrestres, poco a poco se van descubriendo planetas más pequeños, solo un poco mayores que la Tierra, tras los últimos hallazgos el número de exoplanetas catalogados en febrero de 2013 fueron de 861.



En febrero de 2013 se descubrió un planeta más pequeño que Mercurio, el más pequeño conocido hasta ahora, Kepler-37b tiene un tamaño equivalente al 80% de Mercurio y se encuentra a unos 210 A. L. de distancia, su traslación es de 13 días terrestres y orbita muy cerca de su estrella (a un tercio de la distancia de Mercurio al Sol) lo que le proporciona una temperatura muy elevada (+ de 400 ºC) en la superficie; existen otros compañeros de su sistema planetario: Kepler 37-c y Kepler 37-d, que orbitan a más distancia de la estrella, uno es algo más pequeño que la Tierra y el otro es el doble de grande que nuestro planeta.



Nubes de polvo

El material interestelar fue detectado por primera vez en los comienzos del siglo, porque ciertas longitudes de onda de luz de estrellas distantes son absorbidas por átomos ocasionales que vagan en la inmensidad del espacio, ya en el decenio de 1930 se reconocía que el medio interestelar contiene una amplia variedad de átomos, probablemente algunos de todas las clases de átomos del interior de las estrellas, expulsados al espacio en las explosiones de supernovas.

La densidad de la materia interestelar es tan leve que parecía natural suponer que consistía casi completamente de átomos aislados, y nada más, después de todo, para que dos átomos se combinen y formen una molécula deben primero chocar el uno contra el otro y los diversos átomos se encuentran tan dispersos en el espacio interestelar, que los movimientos al azar producen colisiones sólo después de períodos muy largos.

Sin embargo, en 1937 se descubrió que las estrellas que brillaban a través de nubes oscuras de gas y polvo, tenían faltantes de determinadas longitudes de onda, que señalaban la absorción por una combinación de Carbono e Hidrógeno (CH), o por una de Carbono y Nitrógeno (CN) por primera vez se descubrió la existencia de moléculas interestelares, indudablemente, CH y CN son las combinaciones que pueden formarse y conservarse sólo en materia de muy baja densidad, esas combinaciones de átomos son muy activas y se asocian con otros átomos inmediatamente, si éstos se hallan a su alrededor.

Precisamente porque estos otros átomos existen en abundancia en la Tierra, es por lo que no encontramos CH y CN, como tales, en nuestro planeta, ninguna otra combinación se observó en las nubes de polvo interestelar, a través de las líneas negras, en el espectro visible.

Después de la II Guerra Mundial, la radioastronomía se volvió cada vez más importante, los átomos interestelares pueden emitir o absorber ondas de radio de longitudes características; algo que demanda mucha menos energía que la emisión o absorción de la luz visible, la emisión u absorción de ondas de radio puede detectarse con facilidad, si se cuenta con los radiotelescopios adecuados para ese fin y si se pueden identificar los compuestos de que se trate, en 1951 se detectó la emisión de ondas de radio características de los átomos de Hidrógeno, y la presencia de Hidrógeno interestelar se observó así directamente por primera vez, y no por simple deducción, se tenía entendido que después del átomo de Hidrógeno, el de Helio y el de Oxígeno eran los más comunes en el Universo.

Los átomos de Helio no se adhieren a otros átomos, pero los de Oxígeno sí lo hacen. ¿No habría, acaso, combinaciones de Oxígeno e Hidrógeno (OH) en el espacio? esas combinaciones deberían emitir ondas de radio en cuatro longitudes determinadas y dos de ellas fueron detectadas por primera vez en 1963.

A comienzos de 1968, sólo tres combinaciones diferentes de átomos se habían detectado en el espacio exterior: CH, CN y OH, cada una de esas combinaciones era de dos átomos que parecían haber surgido de colisiones fortuitas de átomos separados, nadie esperaba que la combinación mucho menos probable de tres átomos se acumulara hasta un nivel detectable, pero en 1968 se descubrieron en nubes interestelares las emisiones características de ondas de radio del agua y el amoníaco.

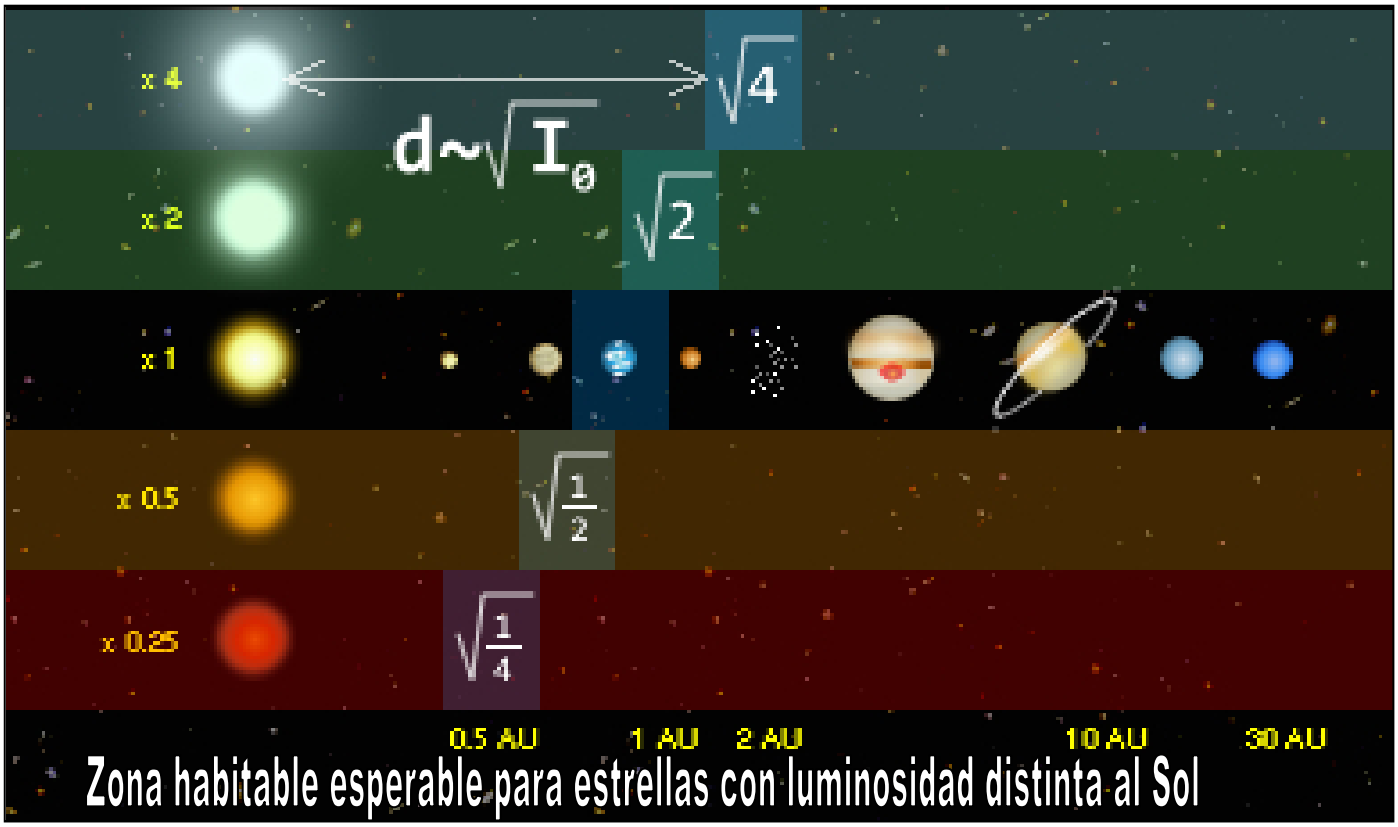
El agua tiene una molécula de 3 átomos, 2 de Hidrógeno y 1 de Oxígeno (H_2O) el amoníaco, una molécula de 4 átomos, 1 de Nitrógeno y 3 de Hidrógeno (NH_3) esto resultó completamente sorprendente y en 1968 nació lo que ahora llamamos astroquímica.

Después del descubrimiento de compuestos de más de dos átomos, la lista se hizo rápidamente más larga, en 1969 se descubrió una combinación de cuatro átomos, en la que figuraba el Carbono, esa combinación fue la de formaldehído (CH_2O) en 1970 se descubrió la primera combinación de cinco átomos, la de cianoacetileno (C_3HN) ese mismo año se descubrió la primera combinación de seis átomos, la del metanol (CH_3-OH) en 1971 se localizó la primera combinación de siete átomos, la de metiloacetileno (CH_3C-CH).

Continuaron los descubrimientos, hoy, más de dos docenas diferentes de moléculas se han detectado en el espacio interestelar, no se sabe aún con claridad cuál es el mecanismo exacto en la formación de esas combinaciones de átomos, pero indudablemente existen.

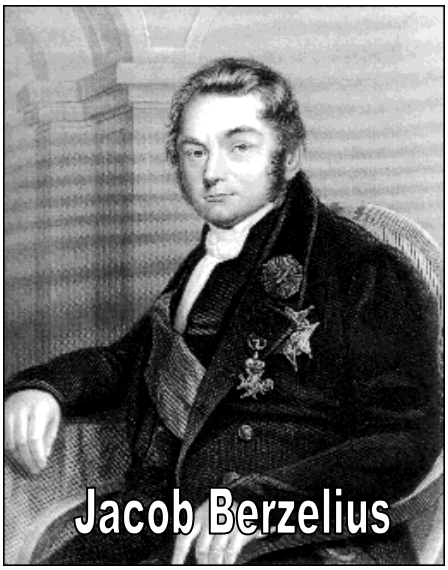
Hasta en el espacio exterior, la dirección de la formación parece ser hacia la vida, de hecho, tanto en los meteoritos como en las nubes interestelares, resulta interesante que se formen cadenas de Carbono o que no haya señales de moléculas complejas en las que no figure el Carbono.

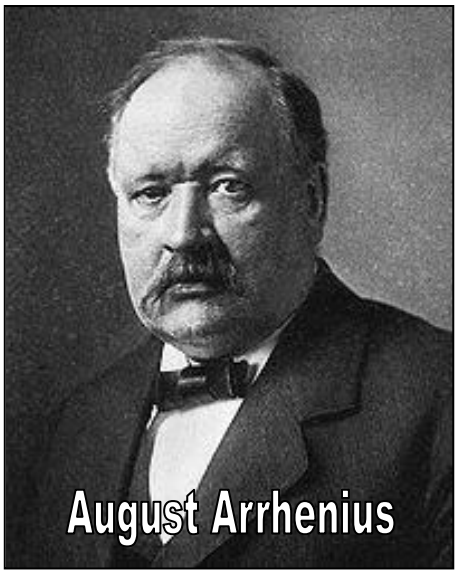
Todas estas pruebas de laboratorio, en los meteoritos y en las nubes interestelares hacen que parezcan correctas las sugerencias de Haldane y Oparin, quienes dicen que la vida comenzó espontáneamente en la Tierra primordial y todo indica que sucedió sin dificultades y que las reacciones en tal dirección fueron inevitable, de lo anterior se deduce que la vida puede comenzar, tarde o temprano, en cualquier planeta que este en la zona habitable (*ZH) de su estrella.



Panspermia

La idea de la Panspermia se remonta a la antigua Grecia, donde Anaxágoras de Jonia en el año 450 AC hablaba de los "gérmenes del Éter", el propio término deriva del griego y podría traducirse como "Semillas Universales".





En 1830 el químico sueco Jackob Berzelius observa que en ciertos meteoritos se hallan compuestos de Carbono, en 1871, William Kelvin da a conocer que hay que considerar altamente probable que existan innumerables meteoritos sembradores de vida moviéndose por el espacio.

En 1932, W. Lipman publicó datos sobre varios microorganismos localizados en meteoritos, capaces de desarrollarse en medios nutritivos, sin embargo, el hecho de que estos microbios estaban en una microflora completamente idéntica a la tierra, daba a suponer a los microbiólogos que los meteoritos se contaminaban durante su contacto con la superficie terrestre, luego de 30 años, un grupo de científicos estadounidenses reportó el descubrimiento de microestructuras en algunos meteoritos semejantes a células microbianas, pero pronto se demostró que estos elementos estructurados no era restos de microorganismos, sino que eran gránulos minerales, por lo tanto, todos los intentos de detectar microbios en meteoritos no tuvieron éxito.

La segunda teoría de panspermia fue propuesta en 1903 por el químico físico sueco August Arrhenius que ingenuamente creía que en otros planetas (en particular de Venus) había vida en forma embrionaria y que la vida procedía del espacio exterior propagándose en forma de esporas bacterianas impulsadas por la radiación solar.

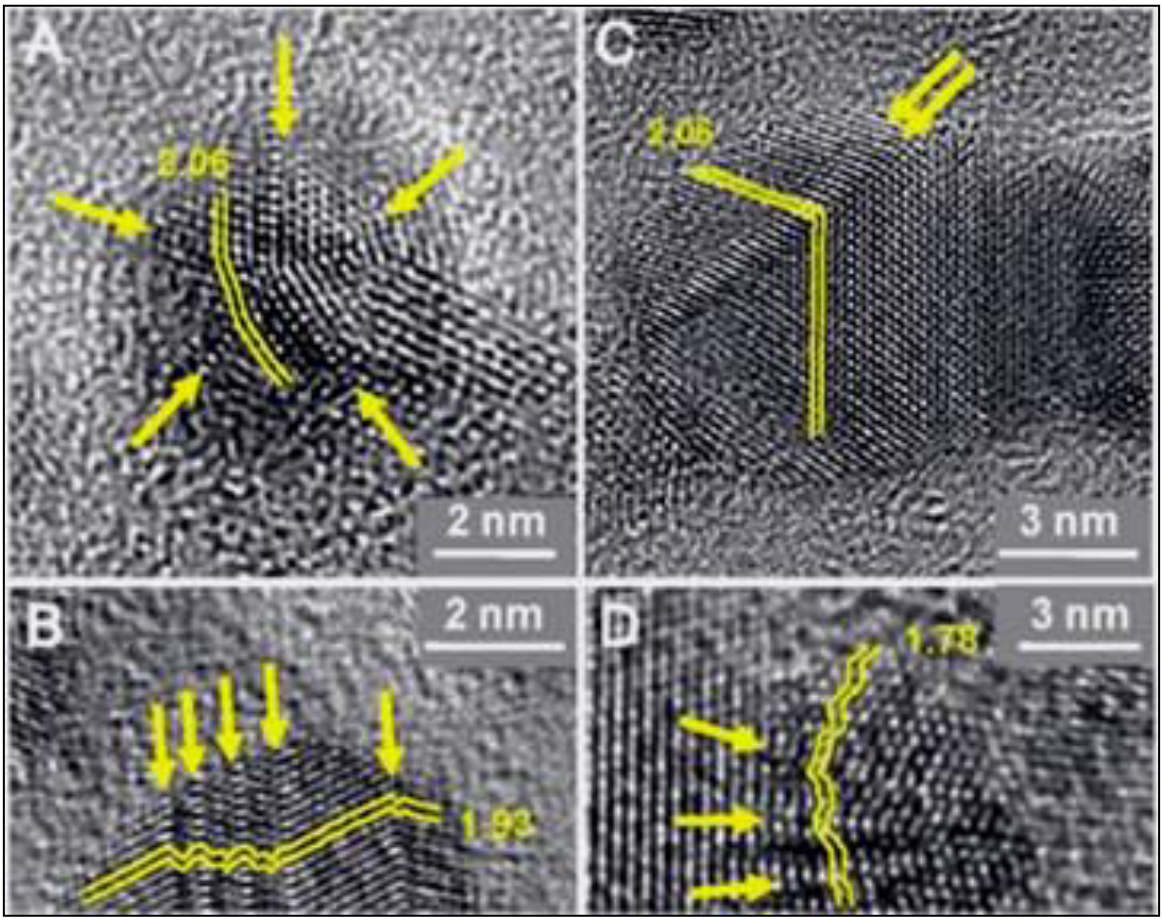
En 1974 Fred Hoyle y Chandra Wickramasinghe reformulan la teoría de Arrhenius, el análisis del espectro IR del medio interestelar y su comparación con sustancias conocidas en la Tierra, les lleva a afirmar la existencia de organismos vivos en el espacio y que los cometas transportan y diseminan por el Universo.

Existen estudios que sugieren la posible existencia de bacterias capaces de sobrevivir largos períodos de tiempo incluso en el espacio exterior, otros han hallado bacterias en la atmósfera a altitudes de más de 40 Km donde, aunque no se espera que se produzcan mezclas con capas inferiores, pueden haber llegado desde éstas.

El mayor inconveniente de esta teoría es que no resuelve el problema inicial de cómo surgió la vida, sino que mueve la responsabilidad del origen a otro lugar.

Otra objeción a la panspermia es que las bacterias no sobrevivirían a las altísimas temperaturas y las fuerzas involucradas en un impacto contra la Tierra, aunque no se ha llegado aún a posiciones concluyentes en este punto (ni a favor ni en contra), pues se conocen algunas especies de bacterias extremófilas (como vimos anteriormente) en experimentos en los que se recrea las condiciones de los cometas cuando bombardearon la Tierra, los aminoácidos no sólo no se destruyen, sino que comienzan a formar péptidos que son un tipo de moléculas formadas por la unión de varios aminoácidos mediante enlaces peptídicos, los péptidos, al igual que las proteínas, están presentes en la naturaleza y son responsables por un gran número de funciones, muchas de las cuales todavía no se conocen.

Un equipo científico identificó una capa de sedimentos de hace alrededor de 13000 años, enterrada en el fondo del Lago de Cuitzeo, Michoacán, México que contenía un exótico ensamble de materiales, incluidos nanodiamantes, la imagen tomada por los científicos (foto debajo) muestra hileras de muchos puntos; cada uno corresponde a un solo átomo de carbono dentro de la nanoestructura del diamante. Las estructuras de los nanodiamantes encontrados son llamadas ionsdaleitas, y típicamente se han asociado a impactos de escala cósmica, no se informa el nombre y estructura de esos átomos en relación con la conocida tabla de elementos químicos, la investigación concluye que probablemente el asteroide de sólo unos cientos de metros se impactó sobre la Tierra con una incidencia de ángulo muy bajo, casi rasante, el calor del impacto quemó mucha biomasa, fundió rocas y causó una enorme disrupción atmosférica.



Otra de las ideas acerca de la Panspermia es el Younger Dryas, se denomina así una breve fase de enfriamiento climático de aproximadamente 1300 años (a finales del Pleistoceno) que tuvo lugar hace unos 12700 años, existen indicios del impacto del cometa Clovis hace 12900 años en América del Norte que, según una hipótesis reciente, podría haber iniciado el enfriamiento característico de esta fase causante de severos cambios ambientales, la extinción de mamuts, mastodontes y dinosaurios en México y Centroamérica.

La NASA reportó el estudio de muestras de meteoritos ricos en Carbono, donde se descubrió la presencia de aminoácidos, los cuales caracterizan la estructura de las proteínas, fundamentales en la vida, anteriormente, investigadores habían descubierto los mismos componentes en meteoritos ricos en Carbono que contenían minerales que se habían formado en temperaturas relativamente bajas con la presencia de H_2O, aldehídos, Amoníaco y otros compuestos, el descubrimiento sugiere que la creación de aminoácidos y otras sustancias esenciales para la vida puede lograrse tanto en condiciones de altas, como de bajas temperaturas, esta potencial versatilidad podría respaldar la idea de que la vida pudo haberse originado en otros lugares del universo, no sólo en el planeta Tierra, hay quienes también proponen la hipótesis de que los aminoácidos se formaron en un proceso con altas temperaturas que se presentó al tiempo que se enfriaban los asteroides progenitores, el cual incluye una serie de reacciones químicas entre Hidrógeno, monóxido de Carbono y Nitrógeno, conocido como proceso Fischer-Tropsch-Type (FTT), que se presenta en temperaturas que oscilan entre 100/500 ºC.

El H_2O es considerado como ingrediente crítico de la vida, sin embargo, con las reacciones FTT todo lo que se necesita es Hidrógeno, monóxido de Carbono y Nitrógeno, gases que abundan en el espacio, con las reacciones de FTT se pueden iniciar algunos componentes prebióticos de la vida, antes de contar con asteroides o planetas con agua líquida.

La investigación en el Lago de Cuitzeo ha dejado establecidas varias piezas de conocimiento sobre el origen de la vida en la Tierra, de las catástrofes ambientales que han forjado la evolución de plantas y animales, como también la fragilidad de nuestro planeta.

Panspermia Dirigida

La Panspermia Dirigida postula que el origen de la vida necesitó una chispa inicial, una semilla, la Tierra era un mundo desolado, aunque con raíces primigenias que podrían dar lugar a la vida, esa semilla fue sembrada deliberadamente mediante un meteoro o artefacto proveniente del espacio exterior.

De esta manera, el ADN sería una compleja estructura biológica creada para desarrollar la vida y la Tierra pudo ser un planeta entre muchos, sembrado conscientemente como parte de un proyecto experimental o simplemente para extender la vida por el universo, posiblemente incluso la terraformación de nuestro planeta fuera provocada, la propia teoría, pasaría inadvertida y devaluada (como tantas otras), de no ser por el hecho de que uno de sus máximos defensores es el premio Nobel (1962) y descubridor de la estructura del ADN Francis Crick, sus declaraciones y opiniones no pueden, ni deben tomarse a la ligera, aún así, ha sido ampliamente criticado y desprestigiado por la comunidad científica.

Preocupado por este mismo código genético que había descubierto, Crick comenzó a pensar cómo es que se había originado la vida (ya en los años ´60 era un sistema complejo) en la década de 1970 comenzó a especular sobre la posibilidad de que la producción de sistemas vivos de moléculas podría haber sido un evento muy extraño y raro en el Universo, pero una vez que se hubiese desarrollado podría haberse esparcido gracias a una forma de vida inteligente utilizando una tecnología de viajes espaciales, a este proceso Crick lo llamó Panspermia Dirigida.

En su artículo original de 1973 Crick dice

"- Puede parecer ahora improbable que organismos vivos extraterrestres puedan haber alcanzado la Tierra ya sea como esporas llevadas por la presión de radiación de otra estrella, o como organismos vivos incrustados en un meteorito. Como alternativa a este mecanismo del siglo XIX, nosotros consideramos la Panspermia Dirigida, la teoría que dice que organismos fueron transmitidos deliberadamente a la Tierra por seres inteligentes de otro planeta, concluimos que es posible que la vida haya alcanzado a la Tierra de este modo, pero que la evidencia científica es inadecuada en el presente para decir nada sobre su probabilidad -".

El artículo sigue con las evidencias que Crick y su coautor Leslie Orgel aportan para enriquecerla, según Crick, diminutos granos conteniendo ADN (los ladrillos de la vida), fueron disparados al azar en todas direcciones, esta sería la estrategia más efectiva, en cuanto a costo y efectividad, para sembrar de vida en planetas compatibles, estrategia que podría haber sido seguida por una civilización enfrentando la aniquilación catastrófica, o esperando terraformar planetas para una colonización posterior.

Varios años después, en 1993, Crick y Orgel admitieron que habían sido muy pesimistas para admitir un origen de la vida local, esto fue luego de que se propusiera la teoría de que la vida podría haberse originado primero con el ARN y no con el ADN.

Ecuación de Drake

En 1961 el presidente del SETI, Frank Drake, desarrolló una ecuación para calcular la probabilidad de contactar con otras civilizaciones de la Vía Láctea, tuvo en cuenta factores astronómicos, biológicos y tecnológicos.

Los componentes de su formula

R*: Número de estrellas que nacen en nuestra galaxia cada año, sólo cuentan las que viven el tiempo suficiente para poder desarrollar vida, se excluyen las gigantes (consumen su combustible rápidamente y mueren pronto), tampoco cuentan las enanas de masa muy baja, ya que no suelen generar zonas habitables, son unas 200000 millones de estrellas al año.

Fp: Fracción de esas estrellas con planetas, es frecuente que una estrella tenga planetas en órbita, los planetas se forman por acumulación de elementos pesados, cerca del disco galáctico hay más elementos pesados y más planetas, pero también más supernovas que comprometen su supervivencia, lejos del disco el número de planetas es menor, pero sus probabilidades de supervivencia aumentan, el número de estrellas con planetas en la zona óptima del disco galáctico se reduce a 25000 millones.

Ne: Número de planetas situados en la ecósfera (zona óptima para la vida), es donde puede haber agua líquida, elemento básico para la vida, se descartan los planetas gaseosos, Suponiendo que sólo puede existir vida en los planetas rocosos, aunque se puede estar equivocado, alrededor de 10000 millones de planetas en torno a 5000 millones de estrellas.

Fl: Fracción de estos planetas que pueden desarrollar vida, (donde hay cantidad suficiente de materia orgánica, carbono, agua líquida y fuentes de energía para la vida), la cifra se reduce a 25 millones de planetas.

Fi: Fracción de planetas donde evoluciona la vida inteligente.

Fc: Fracción de planetas donde la vida inteligente alcanza un desarrollo tecnológico que permita la comunicación interestelar, son los datos más difíciles de predecir, meras especulaciones, se cree que, una vez que la vida aparece, su evolución es inevitable, (aunque puede que no), o puede que, aun siendo así, no evolucione tecnológicamente igual que en la Tierra, estimando un promedio del 1%, quedan 250000 planetas.

L: Persistencia (el tiempo que una civilización con ese nivel tecnológico puede sobrevivir, las civilizaciones nacen, sobreviven durante un breve período cósmico y se extinguen, la probabilidad de que dos civilizaciones coincidan en el tiempo es muy pequeña, y aunque coincidan, las distancias interestelares son tan grandes, que la probabilidad de comunicación durante su existencia es casi nula.

N: Resultado final, siendo optimistas, la probabilidad de contactar con otras civilizaciones de la Vía Láctea no llega a cien, en el peor de los casos, N=1, estaríamos solos en nuestra galaxia, puede que existan o hayan existido muchas otras civilizaciones en otras galaxias o en la nuestra, o tal vez seamos los primeros, estemos solos o no, la probabilidad de contactar con otras civilizaciones extraterrestres es prácticamente nula.

Especulaciones sobre la evolución de la ecuación de Drake

Debido a la falta de evidencias, a medida que la tecnología evolucione, muchos parámetros de la ecuación podrían variar notablemente. Se han teorizado diversos cambios:

A favor de vida más abundante

No se ha dilucidado bien si las ecósferas de planetas en estrellas enanas naranjas o enanas rojas pudieran ser estables mejorando la cifra en torno a R* en caso de que fueran aptas.

En el estimado no se cuentan posibles satélites de exoplanetas masivos mejorando la cifra en torno a Fp.

El empleo de mejor tecnología para detectar planetas rocosos de tamaño terrestre, mejoraría la cifra en torno a Ne.

Otro criterio carente es el importante hecho de lo que se debiera tomar por definición de vida, pudiera existir vida en torno a replicadores distintos al ADN o ARN en situaciones físicas muy distintas.

En contra de vida más abundante

En el estimado no se cuentan con planetas que hayan vivido menos de 1000 millones de años en una ecósfera estable como criterio generador de vida, pudiendo cambiar la cifra en torno a Fi.

Las estimaciones de Drake desde un inicio no cuentan aquella fracción de planetas con elementos químicos propicios para la vida, como el H_2O o la fuente de carbón y otros tantos requisitos, pero pueden estar implícitos en torno a Fi, no se cuentan con parámetros que puedan definir aspectos mencionados en la hipótesis de la Tierra rara como:

La ubicación del Sol en el disco galáctico.

El efecto joviano (producido por Júpiter), que sirve de escudo protector.

El efecto lunar, que estabiliza el eje de rotación terrestre.

El efecto de la tectónica de placas terrestre, que sirven de termostato.

El efecto del núcleo terrestre, protegiendo la atmósfera del viento solar.

El vulcanismo que renueva elementos químicos y aporta metales a la atmósfera y superficie de los planetas.

Los ritmos y tiempos de los eventos históricos y de las pautas de crecimiento poblacional pudieran no ser las mismas que el de la historia humana. Cambiaría la cifra en torno a Fc y L.

Desde un punto de vista científico, el interés de la Ecuación de Drake radica en el propio planteamiento de la ecuación, mientras que por el contrario carece de sentido tratar de obtener cualquier solución numérica de la misma, dado el enorme desconocimiento sobre muchos de sus parámetros, los cálculos realizados por distintos científicos han arrojado valores tan dispares como una sola civilización, o millones.

Se ha postulado también que la ecuación podría ser excesivamente simplista y que está incompleta, un equipo de astrobiólogos ha sugerido incluir aspectos energéticos, así como la inclusión de planetesimales helados como nuevas variables de la ecuación.

Civilizaciones extraterrestres, como podrían ser?

Hemos visto estudios acerca de extremófilos y la posibilidad de vida microbiana en planetas del Sistema Solar, a partir de aquí veremos otras propuestas que no dejan de ser interesantes para tener en cuenta, pero que entran solo en el campo de la imaginación.

Se ha hablado mucho acerca del tema de que forma podrían ser los extraterrestres, si verdes, grises o negros, pequeños o altos, luminosos llenos de energía o con ropas oscuras pero en su mayoría asemejándose a formas humanas o posibles formas que solo tienen cuando nos imaginamos a la hora de pensar en extraterrestres.

Donde viven, bajo tierra, en el mar, en el espacio exterior, en que se transportan, en naves, en submarinos, en puertas interdimensionales, en agujeros de gusano, cuantas cosas se dicen al respecto y muchas de ellas solo terminan en meras ideas que rozan la ciencia ficción de poder demostrar como se pueden comportar civilizaciones miles o millones de años avanzadas a la nuestra (como también podrían ser atrasadas).

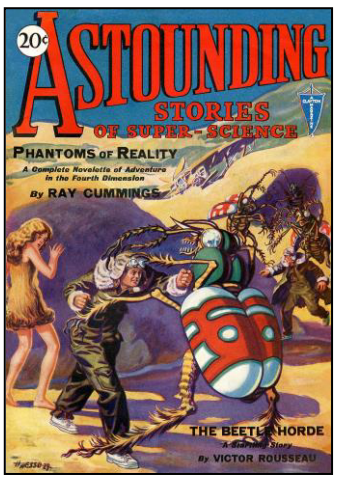
Morfología probable de extraterrestres

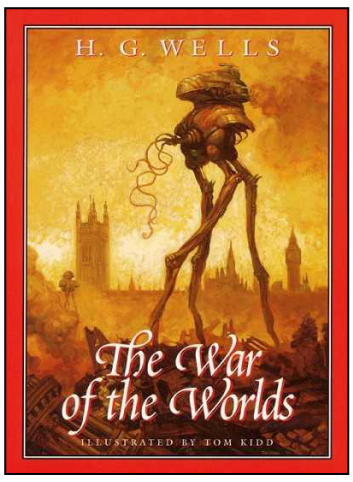
Suponiendo que existieran ¿Qué aspecto tendrían los alienígenas que consiguieran llegar hasta nuestro planeta y establecer comunicación inteligente con nuestra civilización? ¿Serán verdes con grandes ojos almendrados o nos atemorizarán con sus letales formas? nos ha costado más de 4000 millones de años llegar hasta donde estamos, las primeras formas de vida aparecieron en los albores de la creación, cuando la Tierra era joven y aún burbujeaban los océanos en una activa sopa primigenia, el ciclo evolutivo nos ha permitido comenzar de las iniciales células microscópicas hasta convertirnos en la especie que domina el planeta, nuestra forma corporal no ha llegado por casualidad.

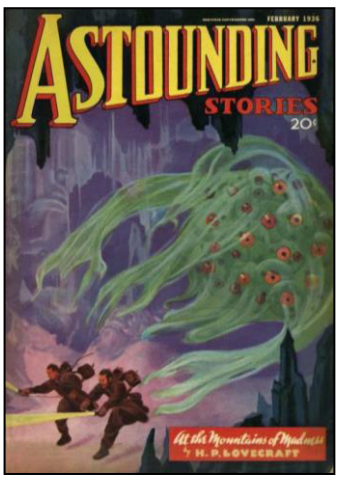
Debido al resultado de millones de años de presión evolutiva, de circunstancias favorables y de entornos adecuados. Supongamos por un momento, que gracias a la enorme dimensión del universo y de la inmensa cantidad de planetas que podrían reunir condiciones para albergar vida, se diera el caso de que surgieran seres vivos a millones de años luz de distancia y que, además, hubieran alcanzado un grado de desarrollo tal que no les supusiera ningún problema viajar hasta nuestra Tierra ¿Qué aspecto tendrían esos visitantes del espacio?

Seres reptilianos, insectoides, viscosos

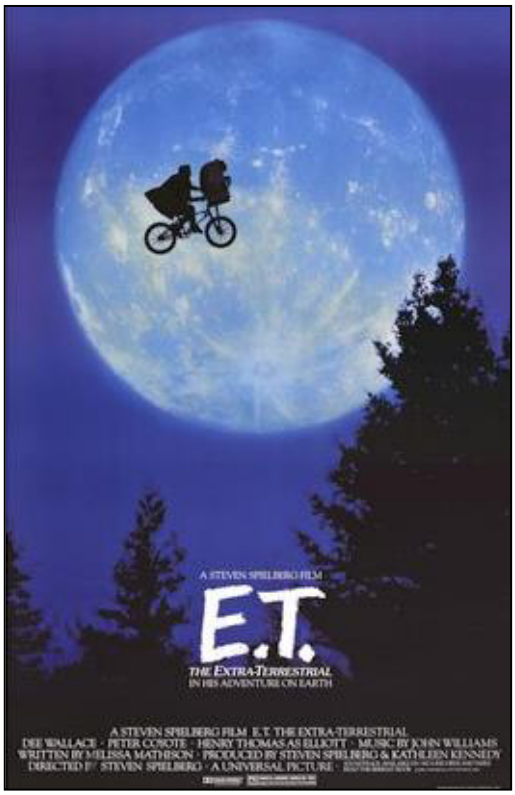
La literatura dibujó multitud de seres cósmicos que basaban su morfología en los miedos más profundos del subconsciente humano, revistas como Astounding Stories o escritores como H.P. Lovecraft o Ashton Smith, aterrorizaban con viscosos monstruos salidos de las entrañas de otros planetas, estos seres solían tener tamaños enormes, dientes afilados, tentáculos resbaladizos y movimientos reptantes similares a ofidios H.G. Wells, en su obra "La Guerra de los Mundos" insiste en las formas pulpoides de gran tamaño pero aporta un plus tecnológico al dotarles de aparatos de transporte.

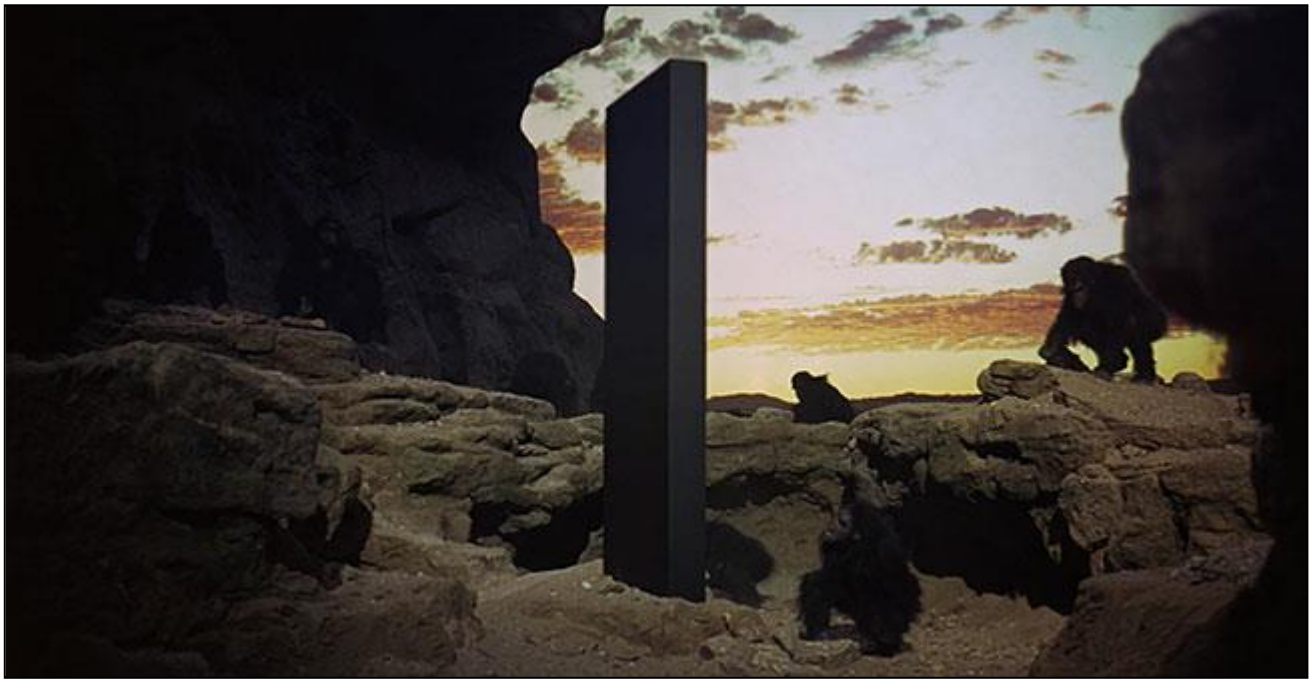






El cine se encargó de encarnar esas pesadillas en imágenes de películas de la década de 1950, así también más adelante en el tiempo como Alien o Depredador, cuyos protagonistas había estilizado su figura y disminuido su tamaño y se habían convertido en luchadores letales; con el desarrollo de la civilización se puede observar como el propio avance de la tecnología conforma la fisonomía de los supuestos extraterrestres aunque añaden algunos cambios en el eje principal del cuerpo del extraterrestre, aparecen detalles aracnoides e insectoides, como así también viscosos y resbaladizos, también presentan piezas semejantes a quelíceros (que suelen estar presentes en escorpiones y arañas) como también aquellos un poco mas inofensivos con el objetivo de interactuar con los humanos, como en las películas ET el extraterrestre, o Encuentros cercanos del 3° tipo, donde encontramos rasgos mas humanos, o 2001 Odisea del Espacio, y 2010 El año que hicimos contacto, donde encontramos una forma de inteligencia totalmente diferente.





Seres basados en el Silicio

En vez de enzimas, pensemos en zeolitas, en vez de vapor de H_2O, pensemos en acido sulfúrico (porque las siliconas son mas estables en este que en otros medios, como los hidrocarburos) y en vez de Oxígeno, otro tipo de gases.

Una posible forma de vida alienígena difícilmente podría andar por aquí en la Tierra sin un traje protector, porque se inflamaría o moriría demasiado rápido, ya que los compuestos basados en Silicio, son demasiado reactivos en el H_2O y en el Oxígeno, tampoco exceptuemos seres capaces de tolerar al Oxígeno, pero en este caso serían un poco mas extraños en su respiración, porque como producto de desecho tendríamos dióxido de Silicio, el cual es sólido, las formas de vida serian tan diversas como compuestos usados hoy en día que llevan Silicio.

Seres gaseosos

Una nube también puede ser un ser vivo en otros planetas o incluso una burbuja, una aproximación más convencional de como sería un ser gaseoso sería algo como un corazón electromagnético, filtros polvosos como riñones, corrientes sanguíneos de gas y ojos de silicatos, como comunicación podrían usar descargas eléctricas o corrientes de viento. Seres gigantescos, probablemente inmortales.

Seres humanoides

Formas humanoides, tratando de asemejarse lo máximo posible a los humanos, vestidas con túnicas de luz o ataviadas con avanzados trajes de astronauta o de cabeza de aspecto triangular con ojos negros de diversos tamaños, cabeza grande, su forma sería algo inestable, por lo que tendrían un avanzado sentido del equilibrio, ojos grandes y negros, dado caso de un elevado nivel de desarrollo, su sol estaría en una esfera de Dyson, en otros casos serian descendientes de seres subterráneos o su planeta tendría una atmósfera densa o si su planeta esta sincronizado por mareas, descenderían de seres que estarían en la zona obscura, si no es que lo que vemos como ojos no son más que lentes, su cuerpo más delgado con esa complexión todavía quedaría en duda si tienen órganos internos o su composición estructural, alienígenas humanoides altos, indicarían que vienen de un planeta con poca gravedad o una atmósfera densa.

Seres energéticos o de luz

El imaginario colectivo también refleja cierto agrado por identificar a los extraterrestres como seres que esencialmente son de luz y que irradian sus talentos hacia los humanos; otros autores, representan escenarios cósmicos donde los seres de otros mundos no están a nuestro nivel sino que en niveles superiores.

Seres robot o máquinas

Máquinas más inteligentes que nosotros, monstruos gigantescos y viscosos no parecen ser una buena opción evolutiva ya que una exigencia insalvable de un posible viaje estelar pasa por la alta tecnología.

Para alcanzar un conocimiento suficiente como para cruzar galaxias enteras y llegar hasta nuestro planeta seguramente sería necesaria una fisionomía antropomórfica; esta hipótesis la apoyan científicos como el paleontólogo de la Universidad de Cambridge, Simon Conway Morris, existe un fenómeno en la naturaleza conocido como evolución convergente, la tendencia de un proceso evolutivo a encontrar soluciones similares a un reto ambiental dado.

Si un depredador consigue sus presas mediante el uso de la visión, lo que sucederá es que con el tiempo desarrollará dos ojos superpuestos para lograr una visión en profundidad que le permitirá cazar mejor a sus víctimas; de forma similar, para las criaturas marinas que necesitan velocidad, las leyes de la hidrodinámica favorecen los cuerpos largos, delgados y aerodinámicos, la evolución convergente ha asegurado que las barracudas tienen la misma forma que los delfines, incluso aunque los primeros son peces y los segundos mamíferos, tener la forma de un torpedo funciona mejor dentro del medio acuático.

Existe además una parte de nuestra fisionomía extremadamente importante para el desarrollo tecnológico, las manos, no es probable que un ser sin manos y dedos (prensiles, de ser posible) pueda avanzar en la escala evolutiva hasta llegar al dominio de la tecnología; igualmente se necesita un cerebro que sea capaz de comunicarse y de entender conceptos abstractos (como las matemáticas) para alzarse en la cúspide de la evolución, así, un extraterrestre gigantesco y viscoso o un ser incorpóreo de gas o de luz, difícilmente podría manipular las condiciones de un entorno físico determinado hasta los límites que nos encontramos nosotros.

Alienígenas de aspecto metálico que pudieran conseguir viajar por el espacio tanto tiempo como para aterrizar en nuestro planeta nos llevarían, como poco, 1 millón de años de ventaja en evolución; probablemente, serían máquinas inteligentes las que logren contactar con la Tierra, suponiendo las únicas que podrían vivir eternamente, condición casi indispensable para realizar largos viajes interestelares; si hay vida inteligente, avanzada y exploradora del pasado, puede que ya solo sean maquinas autoconscientes sin límite alguno en la exploración del espacio, así como nosotros tenemos hoy día desarrollos de maquinas que se convierten en dilemas sobre cuando pensaran por si mismos, una civilización inteligente también pudo haberlos tenido, puede que nuestro encuentro sea con algo más parecido a un robot.

Si algunas civilizaciones extraterrestres han visitado la Tierra y, por principio, han permitido que nos desarrollemos libremente y sin perturbarnos, después de todo, en todas las culturas se encuentran mitos acerca de seres con facultades supernormales, que crearon y guiaron a los seres humanos en los días primigenios, y que les enseñaron diversos aspectos de la tecnología. ¿Pueden esos mitos acerca de dioses haber surgido del vago recuerdo de visitas de seres ET en tiempos no demasiado remotos? en lugar de que la vida haya sido sembrada en el planeta desde el espacio exterior, ¿podría la tecnología haber sido plantada aquí? ¿Podrían los seres extraterrestres no sólo haber permitido que la civilización se desarrollara aquí, sino haber ayudado a que se desarrollase?, esta posibilidad es fascinante, pero no existe ninguna prueba en su favor que resulte convincente en modo alguno.

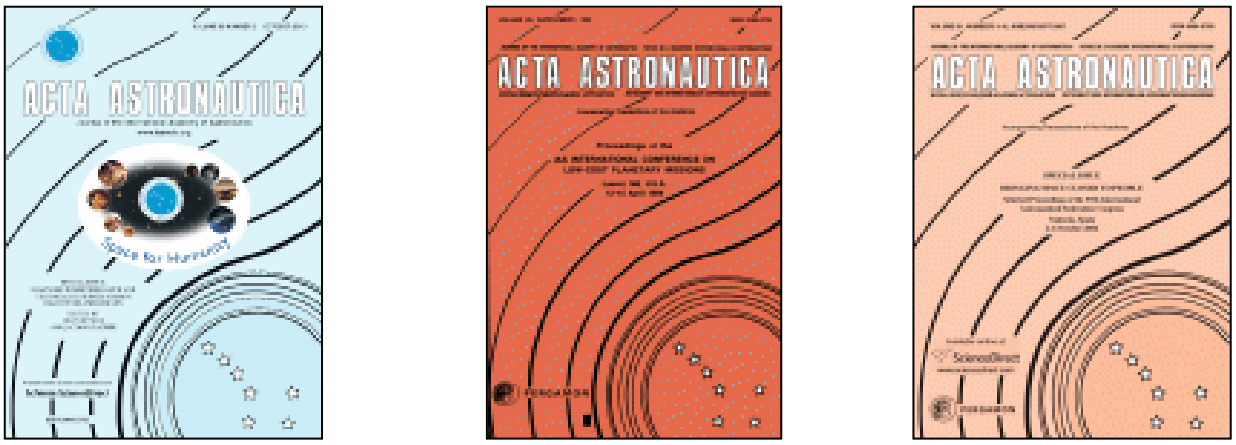
Esos informes, generalmente tienen como base la presencia de algo que aquellos que lo que ven no pueden explicar y que ellos mismos lo describen como la presencia de una nave interestelar ya que en muchos casos los ve personal capacitado como aviadores y astronautas, cada año se reciben miles de informes acerca de OVNIS (Objetos Voladores No Identificados) muchos de esos informes son fraudulentos, otros son honrados, pero pueden ser explicados en forma prosaica, unos cuantos son honrados y completamente misteriosos. ¿Qué puede decirse de ellos?

Las apariciones honradas y misteriosas son generalmente misteriosas sólo porque la información acerca de ellas es insuficiente, pero naturalmente, muchos consideran esas apariciones misteriosas como la prueba de que existen naves espaciales extraterrestres; después de reconocer la posibilidad de los viajes interestelares, la humanidad se ve obligada a preguntarse si la Tierra está siendo visitada o ha sido visitada, si está siendo ayudada o al menos no estorbada por civilizaciones extraterrestres.

Tal vez sea así, pero para la gran mayoría, es más prudente suponer que los viajes interestelares no son fáciles o prácticos y que las civilizaciones extraterrestres sí existen, probablemente en gran número, pero que no hemos sido visitados por ellas, posiblemente porque las distancias interestelares son demasiado grandes para poder ser traspuestas.

SETI

Según el SETI (Instituto para la Búsqueda de Inteligencia Extraterrestre) la búsqueda de vida extraterrestre quizás hasta ahora ha estado equivocada, porque más que seres biológicos, ésta podría consistir en máquinas que piensan, tal es la conclusión de uno de los principales astrónomos del SETI, según Seth Shostak, el organismo hasta ahora ha buscado señales de radio procedentes de otros mundos similares a la Tierra**,** pero quizás los extraterrestres ya han pasado el desarrollo de tecnología de radio y han alcanzado un nivel de inteligencia artificial, el astrónomo afirma en la revista especializada Acta Astronáutica, que hoy en día tenemos más posibilidades de detectar esa inteligencia artificial que formas de vida biológica.



Ejemplares de la revista especializada Acta Astronáutica

Durante mucho tiempo los científicos que trabajan en el SETI han argumentado que la naturaleza quizás ya se encargó de resolver el problema de cómo sostener vida con distintos modelos de compuestos químicos.

Es decir que los extraterrestres no sólo no serían como nosotros, sino que ya no se encuentran al mismo nivel biológico con el cual funcionamos los habitantes de la Tierra. A pesar de esto, los científicos del SETI han basado sus investigaciones -para la búsqueda de vida en todo el cosmos- en la teoría de que los extraterrestres podrían ser seres vivos tal como nosotros, por ello, esta búsqueda de vida ha seguido algunas reglas básicas de la bioquímica como un período finito de vida y procreación, pero sobre todo ha estado sujeta a los procesos de la evolución, ahora, sin embargo, Shostak afirma que aunque la evolución para desarrollar seres capaces de comunicarse más allá de su propio planeta puede tardar mucho tiempo, la tecnología más allá de la Tierra podría haber avanzado suficientemente rápido como para eclipsar a las especies que la crearon.

"-Si observamos las escalas de tiempo del desarrollo de tecnología, vemos que en un punto se inventó la radio y después fuimos capaces de transmitir señales y tuvimos la posibilidad de que alguien nos escuchara, pero unos cientos de años después de haber inventado la radio (al menos si nos ponemos nosotros como ejemplo) podríamos inventar máquinas que piensan, lo cual es algo que quizás lograremos este siglo-".

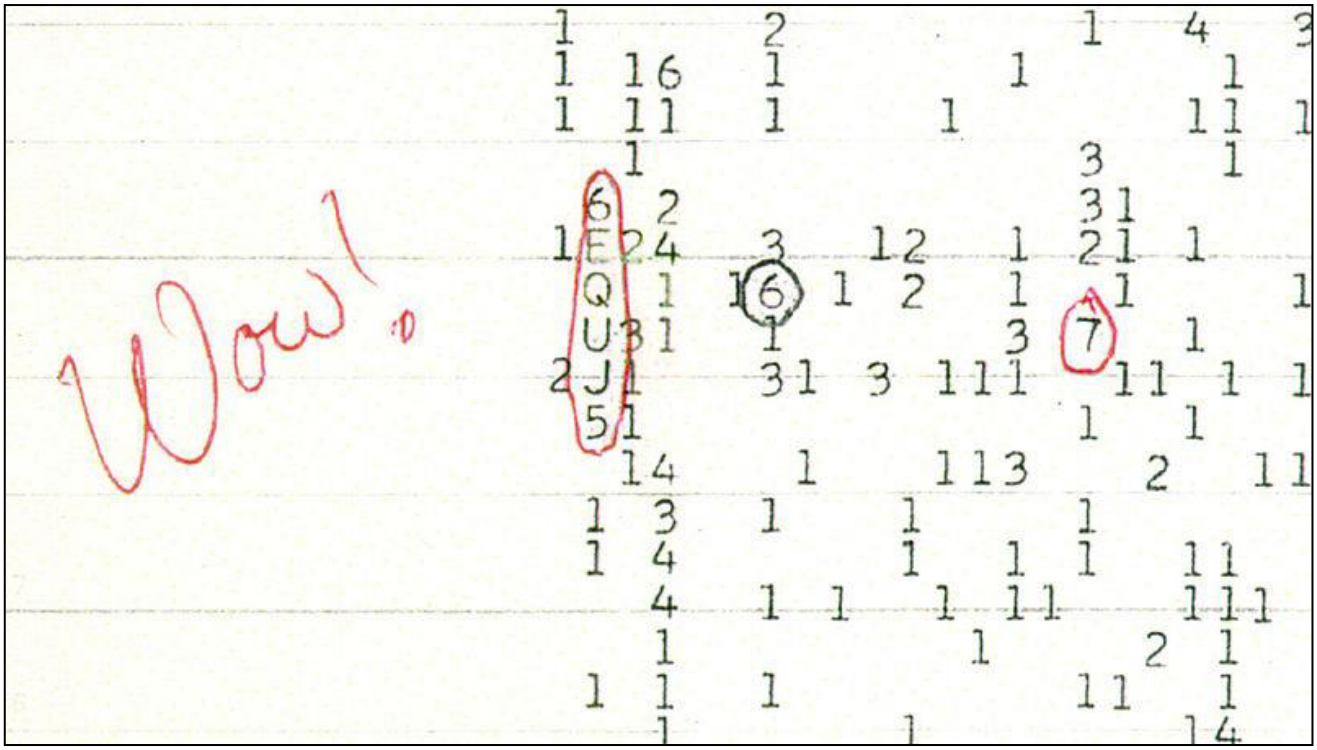
"-Desde el punto de vista de la probabilidad, si esas máquinas pensantes lograron evolucionar, tenemos ahora más posibilidades de detectar sus señales que las de la vida biológica que las inventó -" Por su parte John Elliot, quien fuera investigador del SETI dice "- Tenemos que partir de algún lado y no hay nada incorrecto con esa teoría**,** pero después de haber buscado señales de vida durante 50 años, el SETI está atravesando un proceso de concientización sobre la forma como nuestra tecnología ha avanzado, lo cual es un buen indicador de cómo otras civilizaciones extraterrestres podrían haber progresado, ciertamente, lo que estamos buscando en el Cosmos en un objetivo que evolucione y esté en movimiento-"

Ambos investigadores están de acuerdo en que encontrar y descifrar cualquier eventual mensaje que pudieran enviar esas máquinas pensantes podría ser más difícil que si se tratara de vida biológica, la idea, sin embargo, ofrece nuevas direcciones en la búsqueda de vida extraterrestre. Según el doctor Shostak es probable que la vida extraterrestre artificialmente inteligente emigre hacia lugares donde tanto la materia como la energía, las únicas cosas que serían de interés para estas máquinas, estuvieran plenamente disponibles.

Eso significa que la búsqueda del SETI necesita enfocarse cerca de las estrellas jóvenes y calientes o incluso cerca del centro de las galaxias. "-Creo que deberíamos dedicar un porcentaje de nuestro tiempo a buscar en las direcciones que quizás no sean las más atractivas en términos de inteligencia biológica, pero que podrían ser donde se ubican las máquinas que piensan-", las formas de vida en otros planetas se podrían desarrollar de mil formas posibles basándose en la tabla periódica e incluso desde otras fuentes químicas y físicas desconocidas.

El 15-08-1977, el radiotelescopio Big Ear recibió una señal de radio de origen desconocido durante 72 seg. proveniente de la zona O de la constelación de Sagitario y alcanzando una intensidad 30 veces superior al ruido de fondo, de acuerdo al protocolo utilizado, esta señal no fue grabada sino que fue registrada por la computadora del observatorio en una sección de papel continuo diseñada para tal efecto, unos días después, el profesor Jerry R. Ehman, que estaba trabajando como voluntario en el proyecto SETI revisando los registros de la computadora, descubrió la señal anómala más intensa que se hubiera detectado hasta entonces por un radiotelescopio.

La señal fue conocida como Wow**!** debido a la anotación que Jerry Ehman hizo en el papel continuo, denotando su sorpresa y emoción, la secuencia de dicha señal fue: 6EQUJ5, desde entonces el SETI no ha detectado nada más...



Hay gente que se preocupa al reflexionar sobre el problema de una comunicación interestelar.

¿Qué sucedería si entramos en contacto con una civilización mucho más avanzada que la nuestra?

En la Tierra, la historia de los contactos entre civilizaciones tecnológicas avanzadas y atrasadas es más bien triste, las sociedades menos avanzadas técnicamente, aunque puedan disfrutar de matemáticas superiores, astronomía, poesía, o preceptos morales, desaparecen, si ésta es aquí una ley natural de selección, ¿por qué no ha de serlo en cualquier otra parte del Universo?

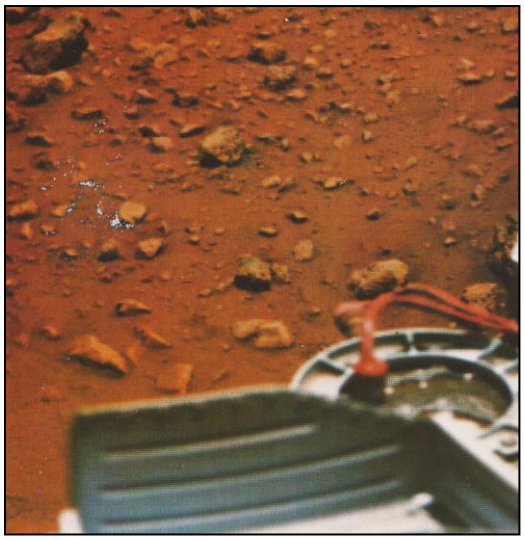
Los mensajes a bordo de las naves Pioneer 10-11, Voyager 1-2 fue criticado por unos cuantos porque denunciaba nuestra posición en la Via Láctea, quien sabe si tengamos suficiente categoría como para constituir una amenaza a alguien ahí fuera, tal vez somos una civilización retirada y la que menos probabilidades tiene de entrar en comunicación, porque los enormes espacios entre las estrellas son una especie de cuarentena natural que nos impiden, en un futuro próximo, mezclarnos con otras civilizaciones, pero, en cualquier caso, ya es demasiado tarde, se ha anunciado nuestra presencia, las primeras emisiones de radio, comenzando con Marconi y alcanzando notable intensidad en la década de 1920, han atravesado la ionósfera y se extienden a la velocidad de la luz en un frente ondulado esférico centrado alrededor de la Tierra, si hay civilizaciones técnicas a una distancia de 50 Años Luz, ahora mismo estarán descubriendo estas extrañas y primitivas señales, aún cuando estén preparadas para responder instantáneamente pasarían al menos otros 50 años antes de que sepamos algo de ellos, (la sonda Pioneer 10 tardará un millón de años en recorrer la misma distancia).

Es demasiado tarde para mostrarnos tímidos o con dudas, hemos anunciado nuestra presencia al Cosmos, de una manera tardía, a tientas, poco representativa... ¡pero aquí estamos!

Las enormes distancias entre las estrellas implican que no habrá diálogos cósmicos mediante transmisiones de radio, supongamos que recibimos una señal de una civilización situada a una distancia posible para el contacto, por ejemplo 300 Años Luz, el mensaje quizá diría: ¡Hola amigos! ¿Cómo están?, estando ya preparados para este momento inmediatamente, responderemos diciendo: Muy bien, ¿Y ustedes?, esta mutua comunicación costaría un tiempo aproximado de 600 años, podríamos pensar que no sería una conversación muy animada la comunicación intergaláctica.

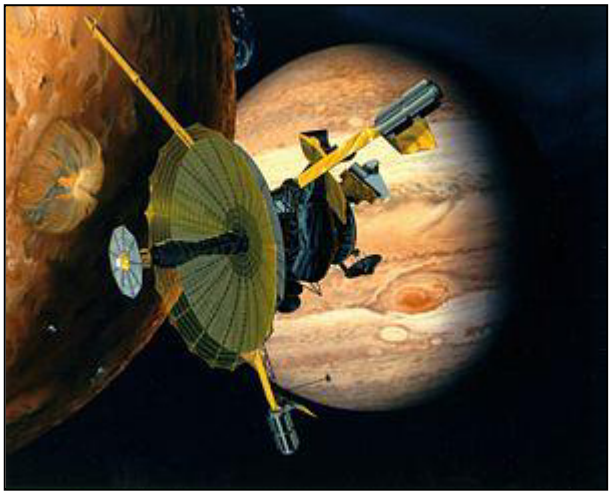
La búsqueda de vida extraterrestre

En los últimos decenios el hombre ha comenzado, de forma rigurosa y sistemática, la búsqueda de señales de vida en otros lugares. No se ha encontrado todavía ningún organismo a extramuros de la Tierra, pero hay motivos para mantener la fe. Sondas espaciales han identificado mundos donde la vida pudo otrora haber hallado un asidero, a pesar de que en nuestros días ya no florezca allí. La nave Galileo detectó signos claros de vida al pasar cerca de la Tierra, lo que nos reafirma en que somos capaces de olfatear ciertas formas de vida, cuando menos. Y se siguen acumulando indicios que inducen a pensar que en el Universo abundan los sistemas planetarios parecidos al nuestro. Hasta ahora, la inquisición sobre la búsqueda de vida en otros lugares del Sistema Solar se ha limitado a abordar el problema desde el punto de vista químico. Los seres humanos, y cualquier otro organismo de la Tierra, constan de agua líquida y moléculas orgánicas. (Las moléculas orgánicas son compuestos que contienen carbono, descontados el dióxido y el monóxido de carbono) Una estrategia de exploración poco ambiciosa, que buscase condiciones necesarias, ya que no suficientes, podría comenzar por el rastreo de agua líquida y moléculas orgánicas. Tal estrategia pasaría por alto formas de vida que ignoramos, pero eso no significa que seamos incapaces de detectarlas por otros medios. Si una jirafa de bioquímica silícea se hubiera acercado a los Viking posados en Marte, se habría registrado su imagen. En realidad, al centrar la atención en la materia orgánica y en el agua líquida no hay tanta estrechez de miras como pudiera parecer. Ningún otro elemento químico se aproxima siquiera al carbono en lo concerniente a la variedad y complejidad de los compuestos que puede formar: el agua líquida constituye un medio excelente y estable en el que las moléculas orgánicas pueden disolverse e interactuar. A mayores, la abundancia de moléculas orgánicas en el Universo es sorprendente. Por todas partes hallamos pruebas de su existencia, desde los granos de polvo interestelar y los meteoritos hasta muchos mundos del Sistema Solar exterior. Otras moléculas, el fluoruro de hidrógeno por ejemplo, podría acercarse al agua en su capacidad para disolver otras moléculas; pero en el cosmos escasea el flúor. Ciertos átomos, así el silicio, podrían asumir el papel del carbono en una segunda química de la vida, pero la variedad de moléculas portadoras de información que puede generar es, en comparación, muy parca. Además el equivalente silíceo del dióxido de carbono (el dióxido de silicio, componente principal del vidrio ordinario) es un sólido y no un gas en las superficies de todos los planetas. Esta peculiaridad complicaría sin duda el desarrollo de un metabolismo basado en el silicio. En mundos extremadamente fríos, donde el agua está convertida en hielo, algún otro disolvente —pensemos en el amoníaco líquido— podría ser clave para una bioquímica distinta. A temperaturas bajas, ciertas clases de moléculas requieren muy poca energía de activación para desarrollar reacciones químicas; ahora bien, dado que nuestros laboratorios se encuentran a temperatura ambiente y no la temperatura de Tritón (por poner un ejemplo), que es un satélite de Neptuno, cuanto sabemos de esas moléculas podría no servirnos.



En la Tierra, las moléculas que certifican la existencia de vida son los ácidos nucleicos (ADN y ARN) que constituyen las instrucciones hereditarias, y las proteínas, las cuales, en su papel de enzimas, controlan catalíticamente la química de células y organismos. El libro de claves con que se traduce en estructura proteínica la información de los ácidos nucleicos es sustancialmente idéntico para toda la vida de la Tierra. Esta profunda uniformidad en la química de la herencia induce a pensar que cada organismo ha evolucionado a partir de un mismo origen. Y así, no tenemos forma de saber qué aspectos de la vida en nuestro planeta son necesarios (imprescindibles para todos los seres vivos, hállense donde se hallen) y cuáles contingentes (resultado de una secuencia particular de aconteceres, que, de haber sido de otro modo, pudieran haber desembocado en organismos con muy diferentes propiedades).

Cabe la especulación, pero los biólogos sólo determinarán ciencia cierta qué otras posibilidades cuando examinen la vida en otros lugares.



El lugar obvio para emprender la búsqueda de vida es nuestro propio Sistema Solar. Las naves espaciales han explorado más de 70 planetas, satélites, cometas y asteroides, naves que iban equipadas con magnetómetros, detectores de partículas cargadas, sistemas de obtención de imágenes e instrumentos fotométricos y espectrométricos sensibles a la gama de radiaciones que van desde el ultravioleta hasta las ondas kilométricas de radio. En el caso de la Luna Venus y Marte, las observaciones de ingenios que se posaron en su suelo han confirmado y ampliado los hallazgos retransmitidos por las naves que los habían sobrevolado. Ninguno de estos encuentros ha aportado datos que avalen la realidad de vida extraterrestre. Empero, tal vida, de existir, pudiera diferir de las formas que nos son familiares o presentarse solo de modo marginal. También pudiera ocurrir que las técnicas de percepción remota utilizadas para examinar otros mundos fueran insensibles a los signos, que cabe suponer sutiles, de vida en otro mundo. La verificación más elemental de estas técnicas -la detección de vida en la Tierra por una nave que sobrevolase nuestro planeta dotada de instrumental- no se efectuó hasta muy recientemente. La nave espacial Galileo, de la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA) ha rectificado tal omisión. Galileo es una nave de doble función, que incorpora un orbitador en torno Júpiter y una sonda de penetración, se encuentra ahora en espacio interplanetario, y está previsto que alcance el sistema joviano en diciembre de 1995. Por razones técnicas, la NASA fue incapaz de enviar la Galileo por una ruta directa a Júpiter, tuvo que recurrir a tres ayudas gravitatorias (dos de la Tierra y una de Venus) para encaminar a Galileo en su senda. El sinuoso periplo ha permitido también que efectúe observaciones de nuestro planeta desde muy poca distancia. Los instrumentos de Galileo no fueron diseñados para una misión de encuentro con la Tierra; fueron las circunstancias las que felizmente dieron la ocasión para un experimento de control; una investigación de vida en la Tierra utilizando una sonda planetaria, los resultados del encuentro de la Galileo con la Tierra en 1990 aclararon muchas cosas.

Un observador que mirase los datos enviados por Galileo se percataría de ciertos hechos insólitos acerca de la Tierra. Cuando examiné con mis colaboradores los espectros tomados por Galileo en longitudes de onda del IR cercano (solo un poco mas largas que las de la luz roja) observé una fuerte atenuación molecular en la atmósfera del brillo a 0,76 micras, Una longitud de onda en la cual el oxígeno molecular absorbe radiación. Lo acusado de esta absorción implica una enorme abundancia de oxígeno molecular en la atmósfera terrestre, muchos órdenes de magnitud, mayor que en cualquier otro de los planetas del Sistema Solar. El oxígeno se va combinando lentamente con las rocas de la superficie terrestre; por lo tanto una atmósfera rica en oxígeno requiere un mecanismo de reposición de éste.

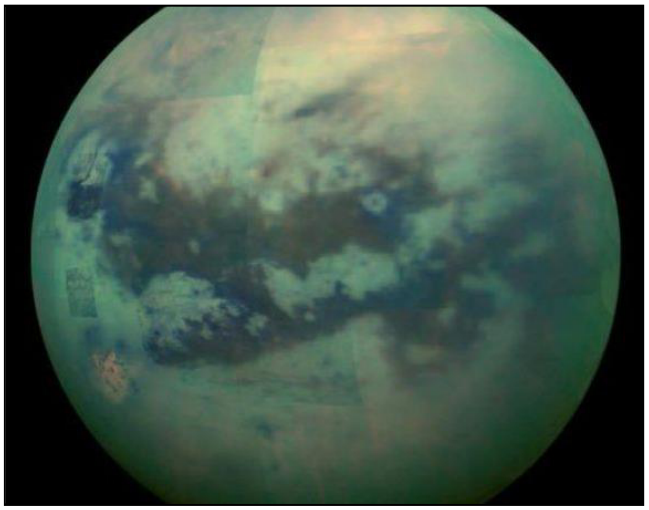
Cuando la luz UV proveniente del Sol descompone moléculas de agua (H_2O), y los átomos de hidrógeno, por su pequeña masa escapan al espacio, pero resulta muy difícil explicar por este proceso la gran concentración de oxígeno (20 %) en la densa atmósfera terrestre. Se comprendería tamaña abundancia de oxígeno, si en vez de la luz UV fuera la luz visible la que pudiera escindir moléculas de agua, pues el Sol emite más fotones de luz visible que luz UV. Pero los fotones de luz visible son demasiado débiles para escindir el enlace O-OH del agua. Si hubiera alguna forma de combinar dos fotones de luz visible para fragmentar la molécula de agua, todo tendría fácil solución. No hay, sin embargo, forma de lograr tal hazaña –salvo con el concurso de la vida y, específicamente, de la fotosíntesis vegetal. La concentración de oxígeno molecular en la atmósfera terrestre es nuestro primer indicio de que hay vida en el planeta.

Cuando Galileo fotografió la Tierra, descubrió pruebas inequívocas de una nítida banda de absorción que pintaba los continentes; cierta sustancia estaba empapándose de radiación a longitudes de onda cercana a las 0,7 micras (el extremo rojo lejano del espectro visible). Ningún mineral conocido presenta tal peculiaridad, ni se ha descubierto en otro lugar del Sistema Solar. La sustancia misteriosa resulta ser, en efecto, la clase exacta de pigmento absorbente de la luz que cabría esperar si hubiera que sumar fotones visibles para escindir el agua y generar oxígeno molecular. Galileo detectó que ese pigmento -clorofila- cubre la mayor parte de las tierras emergidas de nuestro planeta. (Las plantas presentan color verde porque la clorofila refleja la luz verde, pero atrapa las luce roja y azul) La prevalencia de la banda roja de la clorofila ofrece una segunda razón para pensar que la Tierra es un planeta habitado. El espectrómetro de IR de Galileo detectó también trazas de metano; alrededor de una parte por millón. Aunque esa concentración pueda parecer insignificante, se encuentra en sorprendente desequilibrio con tantísimo oxígeno. En la atmósfera terrestre el metano se oxida produciendo agua y dióxido de carbono. Los cálculos indican que, en situación de equilibrio termodinámico no debería quedar en la atmósfera ni una sola molécula de metano. Ciertos procesos insólitos (entre los que se cuentan el metabolismo bacteriano en ciénagas y pantanos, en los rumiantes y en las termitas) han de reponer sin cesar el suministro de metano, el profundo desequilibrio del metano constituye una tercera señal de vida en la Tierra. Por último, el instrumento de ondas de plasma de Galileo recogió pulsos de emisiones electromagnéticas de banda estrecha, moduladas en amplitud, que procedían de la Tierra. Estas señales comienzan en la frecuencia en que las transmisiones de radio efectuadas en la superficie terrestre pueden empezar a filtrarse a través de la ionósfera no se parecen a las fuentes naturales de ondas de radio, como los relámpagos y la magnetósfera terrestre. Estas señales, ordenadas e insólitas, sugieren la existencia de una civilización tecnológica. Tenemos aquí un cuarto signo de vida, el único que no lo hubiera detectado una nave similar que sobrevolase la Tierra La misión Galileo ha cumplido una función importante; se ha convertido en experimento de control de la capacidad de una nave espacial dotada de sensores remotos para detectar vida, en diversos estadios de desarrollo evolutivo en otros mundos del Sistema Solar. Estos resultados nos animan a creer que podríamos detectar la "firma" reveladora de vida fuera de la Tierra. Puesto que carecemos de pruebas sólidas, cabe inferir de momento que entre todos los cuerpos del Sistema Solar, en nuestro planeta existe actividad biológica.

Entre los planetas cuya superficie podemos ver, Marte es el más cerca Tiene atmósfera, casquetes de hielo polar, estaciones y día de 24 horas Marte parecía ser mundo con mayores posibilidades de sustentar vida Pero los orbitadores que lo circunvalaron no descubrieron sobreabundancia de oxigeno molecular, ni sustancia alguna que se apartase de su equilibrio termodinámico; ni tampoco ningún pigmento superficial inesperado, ni emisiones moduladas de ondas de radio. En 1976, la NASA hizo posarse sobre Marte dos sondas Viking. Estas iban provistas de instrumentos con sensibilidad suficiente para detectar vida incluso en los desiertos y los páramos menos prometedores de la Tierra. Uno de los experimentos consistió en medir el intercambio de gases entre muestras de la superficie marciana y la atmósfera local en presencia de nutrientes orgánicos llevados desde la Tierra, Un segundo experimento portaba una amplia diversidad de sustancias nutritivas marcadas con un trazador radiactivo, para ver si había formas de vida en el suelo marciano que ingirieran el alimento y lo oxidaran, liberando dióxido de carbono radiactivo.

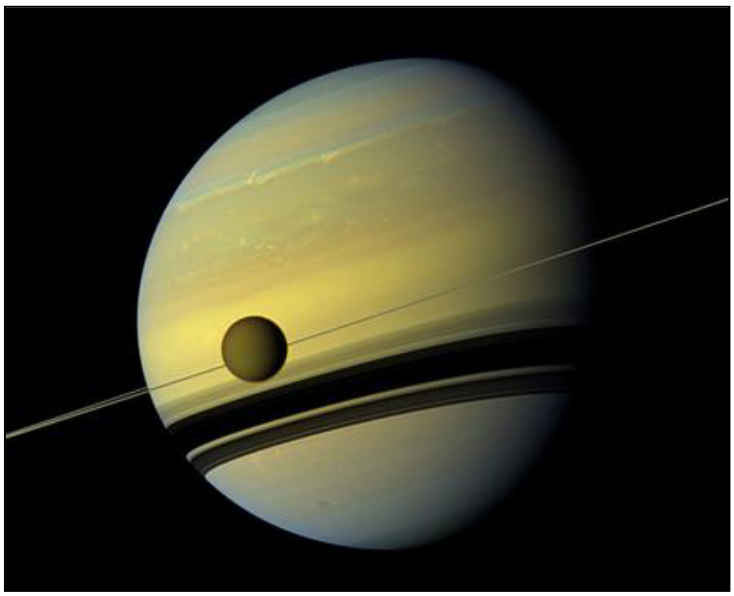
El tercer experimento expuso suelo marciano a dióxido y monóxido de carbono radiactivos con el fin de averiguar sí había microorganismos que los incorporasen. Para general asombro cada uno de los tres experimentos Viking dio lo que al principio parecieron ser resultados positivos. Se produjeron intercambios de gases, la materia orgánica experimentó oxidación y se incorporó al suelo de dióxido de carbono. Pero hay razones para que estos resultados, tan estimulantes, no se repunten pruebas en favor de la existencia de vida en Marte. Los procesos presuntamente metabólicos de microorganismos marcianos se daban en una amplia diversidad de condiciones; en humedad y en sequedad, a la luz y en oscuridad; en frío (a temperatura apenas superior a la de congelación del agua) y en calor (cerca de su temperatura normal de ebullición). Muchos microbiólogos consideran inverosímil que los microorganismos marcianos pudieran poseer tales facultades en situaciones tan dispares. Otra poderosa razón para el escepticismo era que un experimento adicional destinado a buscar moléculas orgánicas en el suelo marciano produjo resultados negativos, a pesar de que la sensibilidad de los instrumentos permitía detectar tales moléculas a concentraciones en torno a una parte en mil millones. Esperábamos que cualquier forma de vida que hubiera en Marte fuera expresión de la química del carbono, El optimismo de los exobiólogos sufrió un duro golpe al no aparecer tales moléculas. Los resultados "positivos" de experimentos de detección de vida en las sondas Viking atribúyense hoy a compuestos químicos que oxidan el suelo. Dichos compuestos se forman al irradiarse la atmósfera con luz UV procedente del Sol. Algunos siguen preguntándose si podría haber organismos robustos y tenaces, distribuidos tan tenuemente por el suelo marciano que sus compuestos orgánicos integrantes no resultaran detectables y sí lo fueran sus procesos metabólicos. Tales expertos no niegan la presencia de oxidantes generados por rayos UV, pero hacen hincapié en que no se han podido explicar los resultados de detección de vida de Viking a través de sólo oxidantes. Otros afirman con cautela haber hallado materia orgánica en cierta clase de meteoritos (los meteoritos SNC) que según se cree son fragmentos de superficie marciana proyectados al espacio por antiguos impactos. Lo más verosímil es que el material orgánico proceda de contaminantes que penetraron en el meteorito tras su llegada a nuestro mundo. Nadie, hasta el momento, ha proclamado el descubrimiento de microorganismos marcianos en estas rocas caídas del cielo. Por ahora resulta prudente mantener que Viking no ha descubierto indicios convincentes de vida en Marte. Cuatro experimentos muy diferentes realizados con medios muy sensibles, en dos lugares separados por 5000 Km de distancia, en un planeta donde los vientos rápidos transportan finas partículas en torno al globo, no encontraron signos inequívocos de vida. Las observaciones del Viking inducen a pensar que Marte es un planeta muerto, al menos hoy. ¿Pudo haber sido Marte sostén de vida en un pasado remoto? La respuesta depende mucho de la rapidez con que pueda emerger la vida, cuestión que ignoramos.

Los astrónomos aseguran que, en su origen, la Tierra era inhóspita para la vida a causa de la colisión de planetesimales, bloques planetarios elementales que por acreción formaron nuestro planeta. En los primeros tiempos, la Tierra estuvo recubierta de una gruesa capa de roca fundida. Tras la solidificación de ese magma, la llegada ocasional de grandes planetesimales habría puesto en ebullición a los océanos y esterilizado la Tierra, de haber surgido ya la vida en ella. No hubo un poco de tranquilidad hace unos 4000 millones de años, pese a lo cual, los fósiles revelan que 3600 millones de años atrás florecía en la Tierra la vida microbiana incluso en forma de estromatolitos o colonias de microorganismos. Estas primeras expresiones de vida parecen haber sido muy eficaces en bioquímica. Muchas fotosintetizaban y contribuyeron a la atmósfera terrestre, rica en oxígeno, Manfred Schidlowski ha estudiado las concentraciones relativas entre isótopos de carbono preservado en rocas: su trabajo ha proporcionado (controvertidos) indicios de que la vida florecía ya hace 3800 millones de años.



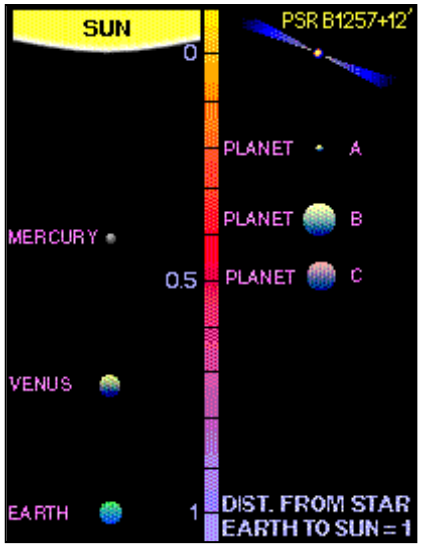
E1 tiempo hábil para el origen de la vida se está estrechando desde dos flancos. Tal intervalo pudo haber sido de sólo 100 millones de años. La primera vez que llamé la atención sobre este "pinzamiento" (en 1973, al poco de que las muestras lunares traídas por Apollo aclarasen la cronología de los impactos en la Luna), defendí la rapidez con que afloró vida en Tierra tenía que implicar que se trataba de un proceso probable. La extrapolación a partir de experiencias únicas es obviamente, peligrosa, pero sería una circunstancia singular que la vida surgiese con presteza aquí y no lo hiciera, dado un tiempo comparable, en mundos parecidos. También las condiciones de Marte entre 4000 y 3800 millones de años pudieron haber favorecido el nacimiento de la vida. La superficie está quebrada por cursos presumibles de antiguos ríos, lagos e incluso océanos de más de 100 m de profundidad-. El Marte de hace 4000 millones de años era mucho más húmedo y cálido que el de hoy. Tomadas en conjunto, estas informaciones fragmentarias sugieren que pudo haber surgido la vida en ese planeta. De ser así, al ir Marte evolucionando y pasar de ser acogedor a desolado, la vida se hubiera asido a los últimos refugios subsistentes; en lagos salinos o en lugares donde el calor interior ha fundido el permafrost (hielo perpetuo). La química orgánica se ha propagado a placer por el Sistema Solar y aún más allá. Marte tiene dos pequeños satélites, Fobos y Deimos, que a causa de su color oscuro parecen estar formados (o al menos recubiertos) de materia orgánica. Se supone que se trata de asteroides capturados, procedentes de regiones mucho más externas del Sistema Solar. A decir verdad parece existir una vasta población de pequeños mundos cubiertos de materia orgánica: los asteroides de tipos C y D del cinturón principal, situado entre Marte y Júpiter; los núcleos de cometas, como el célebre de Halley; y la nueva clase de asteroides recientemente descubiertos cerca de los planetas exteriores. En 1986 la nave Giotto, de la Agencia Europea del Espacio, voló a través de la nube de polvo que envuelve al cometa Halley, revelando que el núcleo de éste puede estar tornado por hasta un 25 por ciento de materia orgánica. Se cree que las condritas carbonáceas, un tipo bastante abundante de meteoritos hallado sobre la Tierra, son fragmentos procedentes de asteroides de tipo C del cinturón principal. Los meteoritos carbonáceos contienen un residuo orgánico rico en hidrocarburos aromáticos y de otras clases. Se ha identificado, asimismo, cierto numero de aminoácidos y de bases mucleotídicas. Los fragmentos procedentes de asteroides y cometas que se zambulleron en la atmósfera de la Tierra primitiva portaron consigo vastas reservas de moléculas orgánicas. Algunas de éstas sobrevivieron al intenso calentamiento de la penetración en la atmósfera y pudieron, por consiguiente, haber efectuado una contribución sustancial al comienzo de la vida. Los impactos podrían haber proporcionado a otros mundos un suministro similar de materia orgánica, amén de agua. Para que se dieran los pasos críticos de la química prebiológica no sería necesario que estos mundos gozaran de la abundante cantidad de agua líquida de la Tierra. El agua podría hallarse en charcas, en reservorios subsuperficiales, envolviendo en finas películas granos minerales o en deshielos causados por impactos.

Uno de los mundos más fascinantes e ilustrativos de la química orgánica prebiológica lo ejemplifica Titán, satélite gigante de Saturno, Podemos ver en él cómo se desarrolla la síntesis de complejas moléculas orgánicas. La masa de su atmósfera decuplica la terrestre; está compuesta principalmente de nitrógeno molecular, además de metano en una concentración que va de unas unidades porcentuales hasta el 10%. Cuando Voyager 2 se aproximó a Titán, en 1981, no pudo observar la superficie, porque este planeta está enteramente envuelto en un halo rojizo y opaco. La temperatura de la superficie es muy baja, alrededor de 94 grados kelvin (-179 grados Celsius). A juzgar por su densidad (muy inferior a la de la roca sólida), Titán ha de tener una gran cantidad de hielo sobre su superficie y en su vecindad. Unas cuantas moléculas orgánicas simples -hidrocarburos y nitrilos- resultan ser constituyentes minoritarios de la atmósfera del satélite. Luz UV procedente del Sol, partículas dotadas de carga eléctrica atrapadas en la magnetósfera de Saturno y rayos cósmicos bombardean la atmósfera de Titán y desencadenan allí reacciones químicas. Cuando W. Reid Thompson y el autor tuvieron en cuenta los efectos de la irradiación UV y simularon los correspondientes a los electrones aurorales, hallaron que los resultados coincidían bastante bien con las concentraciones observadas de constituyentes orgánicos. Con Bishun Khare simulé la presión y la composición de los niveles apropiados de la atmósfera de Titán y lo irradiamos con partículas cargadas. El experimento produjo un sólido orgánico y oscuro, al que llamamos tolina de Titán, de la voz griega que significa "fangoso". Al medir las constantes ópticas de la tolina descubrimos que coinciden con las constantes ópticas deducidas de las observaciones de la bruma de Titán. Ningún otro de los materiales propuestos se aproxima siquiera.



En la alta atmósfera de Titán se forman sin cesar moléculas orgánicas que van cayendo al tiempo que se generan nuevas tolinas en el aire de capas superiores. Si este proceso ha continuado a lo largo de los últimos 4000 millones de años, la superficie de Titán ha de estar cubierta por decenas -centenares, tal vez- de metros de tolina y de otros productos orgánicos. Además, Thompson y yo hemos calculado que, a lo largo de la historia del Sistema Solar, una ubicación típica de Titán tiene más o menos una probabilidad del 50 % de haber contado durante siglos con agua producida por el calor liberado en impactos. Al mezclar en el laboratorio agua líquida con tolina, sintetizamos aminoácidos. Existen también trazas de bases nucleotídicas, de hidrocarburos aromáticos policíclicos y un maravilloso brebaje de otros compuestos, Si bastaron 100 millones de años para que se originase vida en la Tierra, ¿podrían ser suficientes 1000 años en Titán? ¿Podría haber dado comienzo la vida durante los siglos consecutivos a un impacto, al formarse lagos de agua o lodazales de agua-hielo? Al mirar mas allá de nuestro Sistema Solar, penetrando en el gas y los gránulos que pueblan el espacio interestelar, volvemos a encontrar signos de química orgánica. En el examen de microondas emitidas y absorbidas por moléculas a frecuencias características se han identificado en el espacio interestelar una cincuentena de compuestos orgánicos sencillos; hidrocarburos, aminas, alcoholes y nitrilos, algunos de los cuales poseen largas cadenas de carbonos, como el $HC_{11}N$. Cuando hay una nube interestelar interpuesta entre la Tierra y alguna fuente de infrarrojos más alejada, podemos determinar qué longitudes de onda del IR son absorbidas por los gránulos e inferir por ende, su composición. Se admite que algunas de las longitudes de onda IR ausentes las han absorbido compuestos aromáticos policíclicos, que hidrocarburos complejos similares a los que hallamos en alquitranes de carbón. En la porción de espectro IR próximo a las 3,4 micras se observan tres bandas de absorción diferenciadas. La misma pauta se aprecia en los espectros de los cometas, en las tolinas formadas por irradiación de hidrocarburos congelados y en la materia orgánica de origen meteorítico.

Esta "huella dactilar" del IR está causada, probablemente, por grupos concatenados (alifáticos) de carbono y de hidrógeno: -CH_3 -CH_2. El equipo de Yvonne Pendleton afirma que la concordancia espectral óptima parece ser con materia orgánica meteorítica. La concordancia en el IR entre cometas, asteroides y nubes interestelares puede suponer la primera prueba directa de que los asteroides y los cometas contienen materia orgánica originada en granos interestelares antes de su agregación en el Sistema Solar, pero los datos se prestan también a la interpretación contraria, saber, que parte de la materia orgánica que se formó en la nebulosa solar primigenia se acumuló en asteroides y cometas, y que otra parte fue eyectada por el Sol al espacio interestelar. Si otros 100000 millones de estrellas hicieran otro tanto, podría justificarse la existencia de una porción significativa de la materia orgánica que hay en los granos interestelares de la galaxia. La abundancia de materia orgánica en el Sistema Solar exterior, en los cometas provenientes de allende del último planeta y en el gas y en los granos interestelares inducen vigorosamente a pensar que la materia orgánica compleja -la que tiene relación con el origen de la vida- está ampliamente difundida por toda la Vía Láctea. Sin embargo, las moléculas orgánicas que pueda haber en granos interestelares secos como el hueso, abrasados por la luz UV y los rayos cósmicos, parecen improbable habitáculo para el origen de la vida. Todo indica que la vida exige agua en estado líquido, que, a su vez, requiere planetas.



Las observaciones astronómicas muestran que los sistemas planetarios son cosa corriente. Un número alto de estrellas jóvenes cercanas, de masa similar a la solar, están circundadas por el tipo de disco de gas que los científicos -remontándose a Inmanuel Kant y a Pierre Laplace- afirman ser necesario para explicar el origen de los planetas de nuestro sistema. Estos discos proporcionan indicios persuasivos, aunque todavía indirectos, de que en torno a otras estrellas existe una multitud de planetas, algunos, presumiblemente, similares a la Tierra. George Wetherill ha creado modelos pormenorizados para predecir la distribución de los planetas que se formarían en tales discos circunestelares, James Kasting, por otro lado, ha calculado el intervalo de distancias a sus soles en los que los planetas pueden mantener agua líquida en sus superficies. Tomadas conjuntamente, estas dos líneas de indagación sugieren que un sistema planetario típico podría tener uno e incluso dos planetas similares a la Tierra orbitando a distancias en las que puede haber agua. Hace poco Alexander Wolszczan detectó planetas terrestres donde menos esperaban los astrónomos: en torno a un púlsar, estrella de neutrones en rápida rotación sobre sí mismo que es residuo de la explosión de una supernova. Basándose en las variaciones de sincronía de las radioemisiones procedentes del púlsar PSR B1257+12, Wolszczan ha deducido la existencia de tres planetas (A, B y C) alrededor del púlsar. Esos mundos se encuentran más próximos a su estrella que la Tierra esta a la nuestra PSR B1257+12 emite en forma de partículas cargadas una energía varias veces superior a la que el Sol libera en radiación electromagnética. Si todas las partículas cargadas interceptadas por A, B y C se transforman en calor, tales mundos habrán de estar, casi con cereza, demasiado calientes para la vida. Pero Wolszczan halla indicios de un planeta adicional, por lo menos, situado a mayor distancia del pulsar. Que sepamos, este sistema tan poco prometedor en apariencia situado a 1400 A.L. de la Tierra alojar un planeta oscuro aunque habitable No está Claro los planetas en cuestión son supervivientes de tiempos anteriores a la explosión de la supernova o, si, como es mas probable se formaron después, a partir de restos de la región circundante. Sea como fuere, su presencia sugiere que la formación planetaria es un proceso habitual y difundido. Hay en marcha numerosos rastreos de planetas en sistemas similares al solar, maduros y recientes. El ritmo de exploración se está acelerando tanto y son tantas las técnicas que están a punto de llevarse a ejecución, que parece verosímil que en los próximos decenios dispongamos de un nutrido inventario de planetas en torno a las estrellas cercanas Tenemos toda clase de razones para creer que hay muchos mundos ricos en agua y parecidos al nuestro, dotados de un generoso complemento de moléculas orgánicas complejas. Aquellos planetas que orbiten en torno a estrellas similares al Sol podrían ofrecer ambientes donde la vida dispondría de miles de millones de años para surgir y evolucionar. Carl Sagan (1994)

Fuentes de Información y fotos vertidas en esta publicación

Asimov I., Civilizaciones Extraterrestres, 1980

Enciclopedia del Mar, Cousteau Jacques

Enciclopedia Monitor

European Space Agency (ESA)

National Aeronautics and Space Administration (NASA)

Revista Acta Astronáutica

Sagan Carl, La conexión Cósmica, 1973

Seach of Extra Terrestrial Intelligence (SETI)

Wikipedia, enciclopedia virtual

([1]) La escala de pH típicamente va de 0 a 14 en disolución acuosa, siendo ácidas las disoluciones con pH menores a 7 (el valor del exponente de la concentración es mayor, porque hay más iones en la disolución), y alcalinas las que tienen pH mayores a 7. El pH 7 indica la neutralidad de la disolución (cuando el disolvente es agua).*

([2]) Gy: Gray, unidad de radiación equivalente a la absorción de un joule de energía ionizante por un Kg. de material irradiado.*

([3]) ^{40}K: La edad de las rocas se obtiene clásicamente mediante el cálculo del periodo de desintegración de isótopos presentes en las mismas. Uno de los sistemas más utilizados es el de datación potasio-argón. Los minerales se datan midiendo las concentraciones de ^{40}K y de ^{40}Ar acumulado. La medición de la proporción ^{40}K y de ^{40}Ar necesita el empleo de técnicas refinadas de espectrometría de masa en laboratorios especializados. El período de semidesintegración de ^{40}K es de 1,25 millones de años; el método permite datar rocas de diversas las edades geológicas con buena precisión hasta unas pocas decenas de millones de años.*

([4]) Punto triple del agua es una combinación de temperatura y presión que permite la existencia de agua en todos los tres estados: sólido (hielo), líquido y gas (vapor de H_2O).*

HAP (*) Los HAP, se encuentran en el petróleo, carbón y en depósitos de alquitrán, también como productos de la utilización de combustibles (ya sean fósiles o biomasa), también se encuentran en el medio interestelar, en cometas y en meteoritos, y son candidatos a moléculas básicas en el origen de la vida.

*(*ZH) En astrofísica se denomina zona de habitabilidad estelar a la región alrededor de una estrella en la que, de encontrarse ubicado un planeta (o satélite) rocoso con una masa comprendida entre 0,6 y 10 masas terrestres y una presión atmosférica superior a los 6,1 mb correspondiente al punto triple del H_2O, la luminosidad y el flujo de radiación incidente permitirían la presencia de H_2O en estado líquido sobre su superficie.*

A. L.: (Año Luz)

CAPSULA ESPACIAL

capsula-espacial.blogspot.com